

## ZISŤOVANIE ÚROVNE FORMÁLNEHO MYSLENIA VYBRANÝCH ŠTUDENTOV CHÉMIE VYSOKÝCH ŠKÔL POMOCOU IPDT TESTOV

**Daniel Kuchta, Eubomír Held, Milan Veselský**

*Pedagogická fakulta TU, Katedra chémie,*

*Priemyselná 4, 918 43 Trnava*

*e-mail: dkuchta@seznam.cz*

### Úvod a teoretické východiská

Chémia je takmer v celom svojom rozsahu abstraktná veda a z toho vyplýva aj povaha vyučovania predmetu chémie na školách. Študenti na to, aby mohli úspešne a zmysluplne nadobudnúť abstraktné pojmy potrebujú dosiahnuť v zmysle Piagetovej teórie kognitívneho vývoja určité štádium myslenia. V prípade abstraktných pojmov ide o štádium formálnych operácií.

Podľa Piageta možno u študentov predpokladať vstup do štádia formálnych operácií vo veku asi 12 rokov. Mnoho výskumov však dokazuje, že len niekoľko percent populácie dosahuje štádium formálnych operácií v tomto veku (SHIBLEY, I.; MILAKOFSKY, L.; BENDER, D.; PATTERSON, H., 2003). Štúdiá vykonané na univerzite v Oklahome ukazujú, že 50% testovaných prvkov na univerzite pracovalo v štádiu konkrétnych operácií a len myslenie 25% vzorky bolo možné priradiť k štádiu formálnych operácií. Štúdie OSBERGA (1992) a ELKINDA (1994) ukázali, že len asi 60% testovaných prvkov na univerzite bolo presvedčených, že objem hlinenej guľky ostane rovnaký, keď sa hlina pretvaruje do tvaru valca!

Študenti využívajúci myslenie dané pre štádium formálnych operácií myslia v termínoch „čo sa môže stať“, a berú do úvahy všetky možnosti a bez vizuálnej opory. Napriek tomu je mylné si myslieť, že študenti, ktorí nedosiahli štádium formálnych operácií, nemôžu zdôvodňovať alebo riešiť problémy. Východiskovým bodom pre študentov v štádiu konkrétnych operácií je vždy skôr realita ako možnosť. Ich zdôvodňovanie je vždy založené na pozorovaní skutočnosti a je obmedzené na extrapolácie z týchto zmyslových skúseností. Jedinci, ktorí dosiahli štádium formálnych operácií, sa bežne vracajú ku konkrétne operatívne mysleniu keď narazia na neznámu oblasť. Jedným z hlavných rozdielov v myslení medzi konkrétnymi operáciami a myslením v štádiu formálnych operácií je, že konkrétne sa týkajú konkrétnych poznatkov a skúseností, pričom tie isté logické operácie použité pre abstrakcie charakterizujú štádium formálnych operácií. Študenti, ktorí už dosiahli štádium formálnych operácií, začínajú myslieť v termínoch možností, sú schopní systematicky zvážiť všetky možnosti v danej situácii a používajú poznanie logickej nutnosti (BEISTEL, 1975).

HERRON (1975) poukázal na to, že podstatná časť študentov prichádzajúcich na vysokú školu nedosahuje štádium formálnych operácií (až 50% v prvých ročníkoch s nie prírodovedným zameraním). Herron aj konštatuje, že obsah chémie a prístup, ktorý normálne volíme pri vyučovaní chémie, vyžaduje, aby bol študent v štádiu formálnych operácií aby pochopil pojmy, ktoré mu z chémie prednášame, pretože veľká časť predmetu sú abstrakcie. Herron vidí alternatívu v uvedomení si, prečo je teória nepochopiteľná. Keďže veľká časť študentov pracuje pod formálnym štádiom, naskytujú sa dve možnosti riešenia problému: problém obísť alebo ho prekonať. Obísť ho môžeme, ak dokážeme látku sprístupniť študentom, ktorí nemyslia formálne. Prekonať ho môžeme, ak vieme študentov povzbudiť a pomôcť im k tomu, aby sa stali formálne mysliacimi.

Študentom v konkrétnom štádiu môžeme umožniť vytvoriť si náhradné predstavy, ktoré môžu nahradiť skutočnú predstavu, umožnia im riešiť mnohé (nie všetky) úlohy, ktoré im dávame, a po určitom čase do značnej miery uľahčia prechod od náhradnej ku skutočnej predstave. Riešením by mohlo byť študentom rozsiahle skúsenosti s konkrétnymi pomôckami, ktoré modelujú abstraktný pojem (vizualizácia).

Druhým spôsobom je pomocou konkrétnych skúseností (dotýkať sa, čuchať, vidieť, manipulovať) rozvíjať formálne myslenie za podmienky donútenia zamýšľania študenta o tom, čo robí. K vývoju formálneho myslenia vedú vzdelávacie postupy povzbudzujúce intelektuálne debaty o jednotlivých problémoch, zvažovanie dôkazov a dôraz na objasňovanie významu pozorovaných skutočností. Východiskom by mohlo byť zostavovanie takých kurzov chémie, ktoré by čo najviac zamestnávali

formálne myslenie, avšak s dostatkom konkrétnych podkladov a skúseností (BROOKS & SCHOLZ & TIPTON, 1978).

### Metodológia a výsledky výskumu

Berúc do úvahy vyššie uvedené rozdelenie študentov podľa úrovne ich intelektového vývinu, je dôležité pre vyučovanie chémie zistiť, či myslenie študentov dosahuje úrovne formálnych operácií.

Na testovanie toho, či myslenie jedincov dosahuje formálne štádium, bol Hansom Furthom v roku 1970 vyvinutý IPDT test (Inventár Piagetových vývinových úloh – An Inventory of Piaget's Developmental Tasks). Ten obsahuje 72 otázok, rozdelených do 18 subtestov, z ktorých každý obsahuje 4 otázky. Subtesty sú zaradené do 5 problémových skupín reprezentujúce rozdielne Piagetove problémy. Študenti majú približne 45 minút na vypracovanie celého testu. V tabuľke sú názorne zobrazené jednotlivé subtesty zaradené do problémových skupín. Pri každom subteste je vek, v ktorom by mal jedinec úspešne zvládnuť vyriešenie subtestu.

IPDT testy boli mnoho rokov podrobované validizácii a dnes sú plnohodnotným nástrojom na testovanie formálneho myslenia (PATTERSON & MILAKOFSKY, L., 1980).

Náš výskum bol zameraný na zisťovanie úrovne formálneho myslenia študentov Pedagogickej fakulty TU nie typicky chemických študijných odborov (Majster odbornej výchovy a Učiteľstvo praktických a potravinárskych predmetov). U týchto študentov boli pozorované problémy pri vyučovaní chémie. Študenti mali problémy v chápaní abstraktných pojmov predmetu, chémia sa im javila ako veľmi náročná a učenie riešili väčšinou memorovaním učiva bez logických základov. Náš predpoklad bol, že to je spôsobené nedostatkom formálneho myslenia študentov. Na overenie nášho predpokladu sme použili IPDT test a výskumu sme podrobili 30 študentov daných odborov (Majster odbornej výchovy – 22 študentov a Učiteľstvo praktických a potravinárskych predmetov – 8 študentov). Výsledky sú zaznamenané v tabuľke nižšie.

Problémové skupiny IPDT	Subtest	Vek	Skóre subtestu (%)	Skóre problémovej skupiny IPDT (%)
Spojitosť	Postupnosť	7-8	94,35	85,6
	Poradie	7-8	77,25	
	Usudzovanie	11-12	85,22	
Obrazotvornosť	Hladiny	9-10	89,77	74,2
	Perspektíva	9-10	68,17	
	Pohyb	8	64,77	
Zachovávanie	Množstvo	7-8	73,52	80,6
	Hmotnosť	9-10	95,50	
	Objem	11-12	71,60	
	Veľkosť	10	81,82	
Triedenie	Matrice	7	93,20	71,8
	Znaky	7-8	87,63	
	Triedy	12-13	30,67	
	Inklúzia	11-12	76,15	
Proporcionálne uvažovanie	Otáčanie	8-9	46,57	57,6
	Uhly odrazu	12	55,67	
	Tiene	9-10	67,05	
	Pravdepodobnosť	10-11	61,37	

PATTERSON & MILAKOFSKY (1979) podrobili IPDT test validizácii a stanovili kritéria určujúce dosiahnutie úrovne formálneho myslenia pre jednotlivé vekové kategórie. Pre začínajúcich študentov vysokých škôl stanovili hranicu 83 % ako minimálne skóre pre preukázanie toho, že jedinec dokáže riešiť problémy na úrovni formálnych operácií. Na to, aby študent tejto vekovej kategórie splnil kritérium úspešnosti, musí správne odpovedať minimálne na 3 zo 4 odpovedí každého subtestu

a počet subtestov, ktoré majú menej ako 3 správne odpovede nesmie byť väčší ako 3. Túto požiadavku splnilo len 13 študentov (43 %). Najhoršie výsledky v skóre boli v subtestoch „triedy“ (30 %) a „otáčanie“ (46 %). Pri kvantifikovaní výsledkov sme vypočítali aj jednotlivé skóre každého testu študenta. Celkové priemerné skóre všetkých testov dosiahlo úroveň 74 %. Výsledky jednoznačne poukazujú na to, že u sledovaných študentov nie je vyvinuté formálne myslenie na takej úrovni, aby zvládali učivo vysokoškolskej chémie. Dosiahnuté skóre poukazuje dokonca na to, že ich formálne myslenie je nižšie ako skóre validizované pre formálne myslenie stredoškolských študentov (67 %).

Pre kontrolu a porovnanie výsledkov našej sledovanej skupiny sme IPDT testy zadali študentom Matematicko-fyzikálnej fakulty UK v Bratislave v učiteľských študijných odboroch s matematikou a fyzikou (n = 14). Pre túto skupinu sme sa rozhodli z toho dôvodu, pretože štúdium fyziky a matematiky si vyžaduje myslenie na úrovni formálnych operácií. Pri týchto študentoch sme predpokladali úplné dosiahnutie úrovne formálneho myslenia, čo sa nám aj potvrdilo. Všetci študenti splnili podmienku troch vyriešených otázok zo štyroch každého subtestu, čiže ich subtestové skóre dosiahlo 100 %. Celkové priemerné skóre jednotlivých otázok dosiahlo 96 % úspešnosť.

### Záver

Výsledky úrovne formálneho myslenia študentov nami sledovaných študijných odborov jednoznačne poukazujú na to, že ich dosiahnuté formálne myslenie nie je na takej úrovni, aby sa im mohlo predkladať učivo chémie v tej forme, v ktorej sa bežne vyučuje na vysokých školách. Tu sa naskytuje Herronove riešenie spôsobu vyučovania chémie: zostavovanie takých kurzov chémie, ktoré by čo najviac zamestnávali formálne myslenie, avšak s dostatkom konkrétnych podkladov a skúseností. Konštruktivistický spôsob výučby chémie u týchto študentov sa nám javí ako výborná alternatíva pri sprístupňovaní učiva, lebo v plnej miere zamestnáva a rozvíja formálne myslenie, čo v konečnom dôsledku vedie k dlhodobejším vedomostiam s logický a zmysluplným základom nadobudnutým vlastnou skúsenosťou.

### Literatúra

- BEISTEL, D., W., (1975). Journal of chemical education, 52, s.151  
BROOKS, D., W., SCHOLZ, J.J., TIPTON, T.J.(1978). Chemical education, 55, s. 171  
ELKIND DAVID, (1994). Education for the 21st Century: Toward the Renewal of Thinking, Conference paper: (New York: Teachers College, Columbia University Fe  
HERRON J. D., (1975). Piaget for chemists. Journal of Chemical Education, 52(2)146-150  
PATTERSON, H. O, MILAKOFSKY, L., (1979). The reliability and validity of an instrument to assess Piaget's tasks. Journal of Chemical Education, 56, 87-90.  
PATTERSON, H. O., MILAKOFSKY, L. (1980). A paper-and-pencil inventory for the assessment of Piaget's tasks, Applied Psychological Measurement, 4(3), 341-353.  
OSBERG, K. M. (1992). Spatial Cognition in the Virtual Environment Seattle, WA: Human Interface Technology Laboratory at the University of Washington, Technical Publications  
SHIBLEY, I. A, MILAKOFSKY, L ., BENDER, D., PATTERSON, H. (2003). College Chemistry and Piaget: An Analysis of Gender Difference, Cognitive Abilities, and Achievement Measures Seventeen Years Apart, Journal of chemical education, vol. 80, No. 5, 569 – 573