

**UNIVERZITA KOMENSKÉHO V BRATISLAVE
FAKULTA MATEMATIKY, FYZIKY A INFORMATIKY**

**Využitie pojmových máp na zisťovanie žiackych predstáv
o fyzikálnych podmienkach videnia**

Písomná práca Študentskej vedeckej konferencie

Študijný program:	učiteľstvo matematiky a fyziky
Študijný odbor:	učiteľstvo akademických predmetov
Školiace pracovisko:	Katedra didaktiky matematiky, fyziky a informatiky.
Školiteľ:	doc. PaedDr. Viera Haverlíková, PhD.

Bratislava 2020

Kristína Mesková

Pod'akovanie

Ďakujem mojej vedúcej práce doc. PaedDr. Viere Haverlíkovej, PhD. za pomoc, návrhy, postrehy a rady, ktoré mi poskytla pri písaní tejto práce.

Taktiež ďakujem školám a učiteľom za umožnenie realizácie výskumu.

Abstrakt

Ak učiteľ nepozná vstupné predstavy žiakov a nepracuje s nimi, žiak nemusí byť schopný vytvoriť si efektívne poznatky a priblížiť sa k vedeckému chápaniu. V príspevku priblížime výskum realizovaný s cieľom overiť možnosť použitia pojmovej mapy na odhaľovanie žiackych predstáv o fyzikálnych podmienkach videnia v školskej praxi. Použitý bol výskum vývojom. V 1. cykle výskumu žiaci 3. ročníka 8-ročného gymnázia vytvárali pojmové mapy s použitím 7 zadaných pojmov. Analyzovaný bol typ pojmovej mapy, počet väzieb, najčastejšie a najmenej často sa vyskytujúce pojmy. Porovnaním s kritériálnou mapou boli identifikované väzby podstatné pre ďalšie vyučovanie optiky, ktoré u žiakov absentujú. Žiaci mali problémy s identifikáciou vzťahov medzi pojmi aj ich hierarchizáciou. V 2. cykle bola použitá intervencia umožňujúca žiakom zoznámiť sa s pravidlami tvorby pojmovej mapy a vyskúšať si jej tvorbu najprv v nefyzikálnom kontexte a až následne v známom a napokon v novom fyzikálnom kontexte.

Kľúčové slová: pojmová mapa, žiacke predstavy, šírenie svetla, videnie, výskum vývojom

Obsah

Podakovanie.....	2
Abstrakt	3
Úvod	5
1. Žiacke predstavy	7
2. Pojmové mapy	8
2.1. Typy pojmových máp.....	9
2.2. Využitie pojmových máp v procese vyučovania.....	10
2.3. Tvorba pojmovej mapy.....	11
2.4. Hodnotenie pojmových máp.....	12
3. Ciele a realizácia výskumu	13
4. Opis výskumu	13
4.1. Stratégia výskumu – výskum vývojom	13
4.2. Výskumná vzorka	13
5. Prvý cyklus.....	14
5.1. Realizácia prvého cyklu.....	14
5.2. Analýza prvého cyklu	14
5.3. Závery prvého cyklu.....	20
6. Druhý cyklus.....	21
6.1. Realizácia druhého cyklu.....	21
6.2. Analýza druhého cyklu	23
6.3. Záver druhého cyklu.....	27
Záver.....	29
Zoznam obrázkov.....	31
Zoznam tabuliek.....	31
Použitá literatúra	32

Úvod

Nové poznatky, ktoré si žiaci osvojujú v procese školského vzdelávania, nie sú izolované od poznatkov získaných v bežnom živote. Vo vyučovaní fyziky obzvlášť. Vo väčšine prípadov majú žiaci s javmi, s ktorými sa stretávajú v škole už predchádzajúcu osobnú skúsenosť. Príkladom je videnie seba samého v zrkadle, pozorovanie farieb, pád telies na zem v dôsledku pôsobenia gravitačnej sily atď. Žiaci si na mnoho javov vytvoria vlastné vysvetlenia, ktoré nemusia byť v súlade s vedeckými vysvetleniami. Ak učiteľ predstavy žiakov nepozná a nepracuje s nimi, je možné, že si žiak nové informácie osvojí nesprávne alebo vôbec. Žiak si nemusí uvedomiť prepojenie novo utváraných poznatkov s už existujúcimi myšlienkovými štruktúrami. Jeho poznatky budú izolované a kontextovo závislé. Preto je veľmi dôležité, aby učiteľ vedel identifikovať predstavy svojich žiakov a vedel, aké predstavy sa u žiakov môžu pri danej téme vyskytovať.

V príspevku je priblížený postup a výsledky prvej časti pedagogického výskumu realizovaného v rámci diplomovej práce. Cieľom výskumu je overiť možnosť použitia pojmovej mapy na odhaľovanie žiackych predstáv v školskej praxi. Fyzikálna téma, na ktorej sa výskum realizuje je šírenie sa svetla a podmienky videnia. Ako výskumný nástroj boli použité pojmové mapy.

V prvej kapitole tejto práce sú opísané základné charakteristiky žiackych predstáv, ich vznik a dopad na vzdelávanie. Načrtnutá je tu tiež stratégia pretvárania žiackych predstáv v školských podmienkach prostredníctvom vnútorného konfliktu.

Nasleduje súhrn teoretických východísk pre výber pojmových máp, ako vybraného výskumného nástroja. Čitateľ sa tu stretne s informáciami o tom, čo sú pojmové mapy, ako ich správne tvoriť a aké výhody má ich používanie počas vyučovacieho procesu.

„Je pojmové mapovanie vhodný prostriedok na zisťovanie žiackych predstáv pre učiteľa?“ je jedna z dvoch výskumných otázok, na ktoré má výskum odpovedať. Spolu s cieľmi výskumu sú tieto otázky opísané v kapitole číslo tri.

V nasledujúcej kapitole je opísaný výskum, stratégia výskumu aj výskumná vzorka, ktorú tvorili žiaci, ktorí sa ešte v školskom vyučovaní fyziky nestretli s optikou.

V predloženej práci je prezentovaná prvá časť výskumu, ktorá prebiehala v dvoch cykloch. V prvom cykle, opísanom v piatej kapitole, bolo žiakom poskytnutých 7 pojmov, z ktorých mali vytvoriť pojmovú mapu. Vyhodnocovanie žiackych výstupov bolo zamerané na identifikovanie typu pojmovej mapy, počtu väzieb, najčastejšie a najmenej často sa vyskytujúcich pojmov. Pri analýze máp bolo použité porovnávanie žiackych pojmových máp s kritériálnou mapou. Z tohto porovnania bol získaný prehľad, ktoré pojmy majú žiaci prepojené, ktoré vzťahy podstatné pre ďalšie vyučovanie optiky u nich celkom absentujú, a ktoré vyžadujú ďalšiu prácu učiteľa.

V závere kapitoly sa nachádzajú zistenia a odporúčania do druhého cyklu. Zadanie minimálneho zoznamu pojmov nie je pre žiakov dostatočnou pomocou. Žiaci majú problémy s identifikáciou vzťahov medzi pojmi aj ich hierarchizáciou. Záverom prvého cyklu výskumu vývojom bol návrh pedagogickej intervencie – nadväzujúcich sekvencií, umožniť žiakom zoznámiť sa s pravidlami tvorby pojmovej mapy a vyskúšať si jej tvorbu.

Druhý cyklus výskumu vývojom je opísaný v kapitole číslo šesť. Táto časť obsahovala intervenciu, vyplývajúcu z predchádzajúceho cyklu. Pojmové mapy, ktoré žiaci tvorili na neznámu fyzikálnu tému boli analyzované podobne ako v prvom cykle. Záverom aj tohto cyklu je návrh opatrení pre ďalší cyklus výskumu, ktorý bude pokračovaním tejto práce.

Spoločným záverom oboch cyklov je zoznam žiackych predstáv, ktoré boli identifikované pomocou pojmových máp a vyžadujú ďalšiu prácu učiteľa. Tento zoznam predstáv je následne porovnaný s výsledkami výskumov, ktoré publikovali D. Mandíková a J. Trna v roku 2011 a zhodnotenie využiteľnosti pojmových máp v praxi.

1. Žiacke predstavy

Deti, žiaci, aj dospelí ľudia majú určité predstavy týkajúce sa fyzikálnych javov a procesov, bez ohľadu na to, či sa o nich učili alebo nie. Tieto predstavy vznikali na základe vlastnej interpretácie osobnej skúsenosti vo všetkých oblastiach života. V ďalšom texte sa hovorí o žiackych predstavách. Nimi sú chápané predstavy žiakov, s ktorými pristupujú k vyučovaniu určitej témy. Sú individuálne a vznikajú na základe predchádzajúcich skúseností. Deťom sa začínajú vytvárať určité predstavy v okamihu začiatku interakcie s okolím, ešte pred začiatkom cieľavedomého vzdelávania (Haverlíková, 2013).

Okolitý svet aj samého seba vníma jedinec zmyslami. Pozoruje objekty a javy, manipuluje s objektami a vykonáva jednoduché experimenty. Na základe týchto činností si vytvára a fixuje svoje intuitívne predstavy a vysvetlenia spoločenských aj prírodných predmetov a javov (Mandíková, Trna, 2011). Takéto predstavy sa nazývajú prekonceptie. Tie sa vyučovaním a získavaním nových informácií menia a vyvíjajú. Takto ovplyvnené predstavy sú pomenované žiackymi predstavami.

Hoci nemusia byť v súlade s vedeckým pohľadom na daný jav, nemožno ich označovať za nesprávne. Žiakom dávajú zmysel a postačujú im na riešenie každodenných úloh. Žiaci ich teda považujú za úspešné a preto sú ťažko odstrániteľné (Haverlíková, 2013).

Žiacke predstavy sú veľmi stabilné. „Deti lipnú na svojich predstavách a ak im ich vlastné nedokonalé predstavy dávajú zmysel, udržia si ich, ak nemajú k dispozícii rozumnejšie vysvetlenie. Často aj vtedy, ak im je predložené „správne“ vysvetlenie, ktoré im ale dáva menší zmysel, ako ich vlastná predstava. Pre prácu učiteľa z toho vyplýva jedna dôležitá výzva, a to vytvoriť deťom priestor na testovanie ich vlastných predstáv, pretože kým sa nepresvedčia, že sú menej užitočné ako alternatívne (nové, vedecké) predstavy, budú im stále veriť.“ (Mokrá 2015).

Môže sa stať, že žiak ponúknuté vysvetlenia neprijme. Tiež sa môže stať, že si žiaci ponechajú obe predstavy a aplikujú ich v rôznych situáciách, teda nedôjde k prepojeniu novej predstavy s už vytvorenými štruktúrami. Žiaci tiež môžu novú informáciu integrovať do starej bez potreby zmeniť pôvodnú predstavu - jej podstata sa zachová. Tomu sa hovorí asimilácia. Vo všeobecnosti platí, že ak sú predstavy žiakov vystavené bežnému vyučovaniu hrozí, že sa učiteľovi nepodarí žiakov priviesť k vedeckým konceptom (Haverlíková, 2013).

Konstruktivistická výučba vychádza z toho že žiaci prichádzajú k vyučovaniu s vlastnými skúsenosťami, predstavami a názormi. V minulosti bolo realizovaných viacero výskumov zameraných na vytvorenie stratégií na prácu s predstavami žiakov. Pre všetky stratégie sú spoločné dva kroky: zisťovanie a zhromažďovanie informácií o predstavách žiakov a následné poskytnutie takého podnetu, ktorý by žiakov priviedol k prehodnoteniu svojho názoru a následnej zmene (ak ide o predstavu, ktorá sa nezhoduje s vedeckou predstavou) prípadne rozvoju (ak ide o predstavu, ktorá je v súlade s vedeckými predstavami) (Mandíková, Trna, 2011).

Jednou z metód, ako môže učiteľ priviesť žiakov k prehodnoteniu svojich predstáv, je vyvolanie vnútorného konfliktu. V ňom sa žiacka predstava dostáva do konfliktu

s pozorovaním, predstavami iných alebo do vnútorného rozporu. Takáto nerovnováha nastáva ak sa nestane to, čo žiak očakával, že by sa malo stať (Haverlíková, 2013).

Cieľom je vyvolať potrebu zmeny štruktúr vedomostí a pohľadov na javy, ktoré nás obklopujú. Podobné zmeny je možné pozorovať vo vedeckom poznaní naprieč históriou. Vedecké poznanie funguje v cykloch, v ktorých sa strieda bezproblémové obdobie takzvaná normálna veda a krátke obdobie vedeckej revolúcie. Obdobie normálnej vedy je usmerňované všeobecne prijímanými modelmi problémov a ich riešení, uznávanými teoretickými vzormi. Toto obdobie môžeme prirovnať žiackym predstavám, ktoré stačia na vysvetlenie prichádzajúcich problémov. Kríza normálnej vedy nastáva ak sa začnú kopíť problémy, ktoré nie sú riešiteľné doterajšími konceptami a vzormi. Táto kríza prerastá do vedeckej revolúcie, ktorá znamená prechod od starej koncepcie k novej. Ide o kvalitatívny zvrät, ktorý predstavu je zásadnú zmenu v celkovom pohľade na svet a reštrukturalizuje dovtedajšie vedecké poznanie. Krízu normálnej vedy je možné prirovnať k vnútornému konfliktu, o ktorý sa snaží učiteľ a revolúciu k pretváraní žiackej predstavy a štruktúry ich poznania. Vedecké predstavy z obdobia normálnej vedy sú fixované, zotrvačne stereotypné a keďže sú dlhodobo vhodné a užitočné pre riešenie mnohých problémov a spoľahlivo slúžia na orientáciu vo svete, nie je možné ich jednoduché nahradenie predstavami novými. Podobne sú aj žiacke predstavy stabilné a ťažko prístupné zmene. Trvalá a celoštruktúrna zmena vyžaduje dlhodobejšiu a precíznu prácu učiteľa. (Held, 2012)

Nerovnováha a následné osvojenie informácie neprebehne u každého žiaka rovnako, nakoľko každý žiak má vlastné predstavy. Na to, aby učiteľ mohol vybrať pre žiakov vhodnú problémovú situáciu musí poznať, aké predstavy majú jeho žiaci (Haverlíková, 2013).

Žiacke predstavy je možné diagnostikovať a odhaľovať aj priamo počas vyučovania. „Základným predpokladom na ich odhalenie je zisťovanie poznatkov, ktoré si vyžadujú porozumenie, a nie poznatkov, ktoré vyjadrujú len schopnosť zapamätania alebo rutinný nácvik.“ (Haverlíková, 2013, s.20).

Mokrá (2015) píše o metódach využiteľných na odhaľovanie žiackych predstáv. Sú to žiacke kresby, diskusie v skupine žiakov, písanie predpokladov a vysvetlení konkrétnych situácií, doplnenie kresby alebo využitie pojmových komiksov (concept cartoons).

V tejto práci sú prezentované zistenia získané z výskumu využitia pojmových máp na zisťovanie žiackych predstáv o fyzikálnych podmienkach videnia.

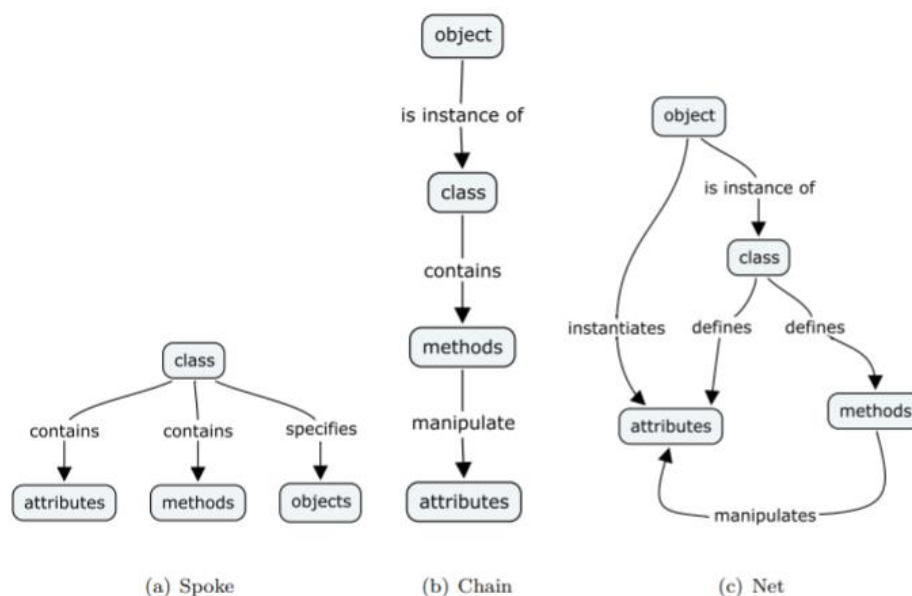
2. Pojmové mapy

„Pri učení, vyučovaní, uchovávaní a používaní pojmy neexistujú oddelene. Každý pojem je závislý na vzťahoch k mnohým iným pojmom. Pojmová mapa znázorňuje štruktúru, hierarchiu a vzájomné vzťahy medzi pojmi. Vyžaduje pochopenie významu a zhrnutie významných detailov. Proces vytvárania pojmovej mapy od človeka vyžaduje myslenie vo viacerých smeroch a prepínanie medzi rôznymi stupňami abstrakcie. Pri pokuse rozpoznať podstatu a súvisiace pojmy určitej témy alebo podtému, človek obyčajne potrebuje hlbšie pochopenie témy.“ (Prokša, 2007, s.99)

Pojmové mapy je možné použiť ako metódu odhaľovania žiackych predstáv. Je to grafický nástroj na organizovanie a reprezentovanie poznatkov žiaka, ktorý taktiež podporuje zmysluplné učenie. Pojmové mapy sú zložené s pojmov a vzťahov, ktoré spájajú jednotlivé pojmy. Pojmy sa zaužívané píšu do obdĺžnikov, oválov alebo iných dohodnutých tvarov. Väčšinou ich tvorí jedno slovo, no môže to byť aj symbol alebo slovné spojenie. Vzťahy sa naznačujú spojovacou čiarou, na ktorej sa píše krátky stručný opis konkrétneho vzťahu. Dôležitou vlastnosťou pojmových máp je hierarchické usporadúvanie pojmov, ktoré závisí od kontextu. Tie isté pojmy môžu byť vzhľadom na rôznych kontext usporiadané rôzne. Preto je dôležité konštruovať pojmové mapy vzhľadom na konkrétnu otázku. Nazýva sa ohniskovou otázkou a práve odpoveď na ňu je hľadaná v pojmovej mape. Hierarchické usporiadanie spočíva v uložení pojmov od najvšeobecnejšieho (vo vrchnej časti pojmovej mapy) po najkonkrétnejšie (v spodnej časti pojmovej mapy). Ďalšiu neodmysliteľnou súčasťou sú krížové väzby, ktoré naznačujú, v akom vzťahu sú jednotlivé pojmy v rôznych častiach hierarchie. V pojmových mapách sa môžu nachádzať aj pojmy, ktoré nie sú zobrazované v ováloch. Ide o konkrétne príklady, ktoré ujasňujú zmysel určitého pojmu (Novak, 2006).

2.1. Typy pojmových máp

V odbornej literatúre sa možno stretnúť s rôznymi deleniami typov pojmových máp. Kimáková (2008) uvádza tieto typy pojmových máp: cyklus, pavúková pojmová mapa, reťaz udalostí, zhlukovanie. Prokša (2007) zase pojmové mapy delí na pavúkové, hierarchické, vývojové diagramy, systémové, panoramatické, trojrozmerné a mandalové. Keppens a Hay (2008) uvádzajú len tri typy: reťaz, sieť a pavúk, ktorého tiež charakterizujú ako jednoúrovňovú hierarchiu. Príklady výzoru týchto typov pojmových máp sú ilustrované na obr. 1



Obrázok 1 Príklady výzoru pojmových máp typu (a) pavúk, (b) reťaz, (c) sieť (Keppens, Hay, 2008)

2.2. Využitie pojmových máp v procese vyučovania

Pojmové mapy majú široké využitie. Okrem využitia na zisťovanie predstáv žiakov, sú vhodné na pravidelné používanie v rámci vyučovania, pretože korešpondujú z Ausubelovej teórie vyučovania. „Táto teória učenia kladie hlavný dôraz na vplyv žiakových skorších vedomostí na následné učenie. Podľa Ausubela je najdôležitejším faktorom vplyvujúcim na učenie to, čo žiak už vie. Preto sa žiak najlepšie učí vtedy, keď vedome a zreteľne preväzuje nové vedomosti s príslušnými pojmi, ktoré už ovláda. Ausubel podotýka, že pri zmyslupnom učení (učenie s pochopením) vzniká mnoho zmien v rámci celej štruktúry poznania modifikáciou existujúcich pojmov a vytváraním nových prepojení medzi pojmi. Preto je zmyslupné učenie trvalé a účinné, zatiaľ čo mechanicky naučené vedomosti sa ľahko zabudnú a nedajú sa aplikovať v nových situáciách pri riešení nových problémov.“ (Prokša, 2007, s.99)

Pojmové mapy napomáhajú využívaniu vedomostí v nových kontextoch a uchovávaní poznatkov v dlhodobej pamäti. Dôvodom je, že vytvárajú štruktúru vedomostí a organizujú ich. Do takto usporiadaných vedomostí sa ľahšie implementujú nové poznatky z pracovnej pamäti. (Novak, 2006).

Využívanie pojmových máp vo vyučovaní napomáha naplneniu štátneho vzdelávacieho programu, v ktorom je možné nájsť: „Základnou charakteristikou vzdelávacej oblasti je hľadanie zákonitých súvislostí medzi pozorovanými vlastnosťami prírodných objektov a javov, ktoré nás obklopujú v každodennom živote, a porozumenie ich podstate, čo si vyžaduje interdisciplinárny prístup, a preto aj úzku spoluprácu v rámci prírodovedných predmetov. Cieľom je nielen viesť žiakov k pochopeniu dejov prebiehajúcich v reálnom svete, ale aj naučiť ich kriticky myslieť, získavať a hodnotiť informácie. Všetky vzdelávacie postupy budujú nové poznatky na predchádzajúcich“ (ŠPÚ, 2015, s.7) a „Z hľadiska vymedzeného učebného obsahu je kľúčovým prvkom uvedenie si pojmov a vzťahov medzi nimi.“ (ŠPÚ, 2015, s.12). Práve pojmové mapy sú vhodným nástrojom na hľadanie, uvedenie a osvojenie si vzťahov a súvislostí. Taktiež môžu slúžiť ako prostriedok na prepojenie vedomostí z rôznych prírodovedných predmetov.

Učiteľ môže zaradiť pojmové mapy do procesu vyučovania kedykoľvek. Môže pomocou nich zistiť žiacke vedomosti z príslušného učiva či už na začiatku školského roku alebo po prebratí určitého tematického celku. Taktiež sa dajú použiť na začiatku hodiny na zistenie, ako žiaci pochopili predchádzajúce učivo a či je vhodné pokračovať novou látkou. Tak ako na začiatku hodiny, pojmové mapy majú využitie aj na jej závere ako prostriedok na zistenie, čo si žiaci zapamätali a ako tomu porozumeli.

Pojmové mapy zaradené do procesu vyučovania rozvíjajú mnohé kompetencie napríklad: odborné vyjadrovanie, logické myslenie, tvorivosť, kategorizovanie, analýza... (Harusová, 2011).

Harusová (2011, s.37) uvádza niekoľko základných výhod pojmového mapovania zaradeného v procese výučby:

- „poskytnutie obrazu sledovaného problému vo vizuálnej podobe, ku ktorej (ak žiaci vytvorili pojmovú mapu na papieri) sa dá kedykoľvek vrátiť,
- umožnenie samostatnej práce žiaka,
- priradenie relatívnej dôležitosti každému pojmu, prípadne myšlienke,
- grafické prepojenie medzi pojmi,
- úsporne vyjadrenie rozsiahleho obsahu,
- pomoc pri ľahšom a efektívnejšom zapamätaní obsahu učiva,
- reorganizácia jednotlivých štruktúr vedomosti,
- nazeranie na problém z rôznych strán a uhlov, rôznymi spôsobmi,
- videnie komplexných vzťahov medzi myšlienkami,
- videnie protikladov, paradoxov, medzier vo vlastnej interpretácii,
- kladenie ďalších otázok na podporu bádania a rozvoj kreativity“

Haverlíková (2013, s.30) píše o týchto výhodách používania pojmových máp:

- „poskytujú východiskový koncepčný rámec pre učenie sa;
- transformáciou nevyslovených (neuvedomených) poznatkov do organizovanej vedomej štruktúry pomáhajú tvoriť nové poznatky;
- sumarizujú kľúčové pojmy, ich vzťahy a hierarchiu;
- porovnaním východiskovej a rekonštruovanej pojmovej schémy umožňujú zhodnotenie procesu učenia, resp. učenia sa;
- podporujú zmysluplné učenie sa;
- podporujú skupinovú tvorbu poznatkov;
- pomáhajú pri mapovaní a komunikácii expertných poznatkov;
- pomáhajú pri prezentácii komplexných myšlienok a argumentov;
- napomáhajú metakogníciu (učenie o učení sa, premýšľanie o poznatkoch).“

2.3. Tvorba pojmovej mapy

Pre žiakov je veľmi náročné začať tvoriť pojmové mapy a tak sa zapájať do tvorivého procesu, ak sa predtým učili len memorovaním. Preto je potrebné prejsť na štýl učenia, ktorý využíva pojmové mapovanie v čo najnižšom ročníku (Novak, 2006).

Aby pojmové mapy mohli slúžiť ako plnohodnotný nástroj, musia byť tvorené správne. Musia byť dodržané určité zásady a vlastnosti pojmových máp. Nápomocné je sledovať pri tvorbe pojmovej mapy nasledujúce štyri kroky (Haverlíková, 2013).

1. Identifikovať ohniskovú otázku – je neodmysliteľnou súčasťou začiatku tvorby pojmovej mapy, nakoľko identifikuje kontext, ktorého sa pojmová mapa má držať. Žiakom začínajúcim s tvorbou pojmových máp sa stáva, že odbiehajú od témy alebo sa síce držia témy, ale neodpovedajú priamo na ohniskovú otázku.

2. Identifikovať kľúčové pojmy – obyčajne postačuje 15 – 25 pojmov. Vhodným postupom je zoradiť pojmy podľa všeobecnosti - na vrch zaradiť najvšeobecnejšie pojmy a smerom na dol ich konkretizovať. Je vhodné sa vyhnúť používaním viet ako pojmov, nakoľko je väčšinou vetu možné rozdeliť na väčší počet samostatných pojmov.
3. Vytvoriť predbežnú pojmovú schému – navrhuje sa použiť počítačové programy, ktoré umožňujú následne presúvanie pojmov, alebo si pojmy vypísať na kartičky a tie usporadúvať. Nie je nutné zaradiť všetky pojmy do pojmovej mapy. Ak jej tvorca nevidí zaradenie pojmu do hierarchie, môže ho nechať mimo nej.
4. Revidovať predbežnú pojmovú mapu – ide o posledný krok, ktorý však nemusí byť opakovaný len raz. Je možné pridávať ďalšie pojmy alebo zmeniť usporiadanie.

Jeden z najväčších žiackych problémov je označovanie vzťahu medzi pojmi. Dôvodom je slabé pochopenie vzťahov alebo nesprávne pochopenie pojmu. Preto môže byť žiakom poskytnutých niekoľko základných pojmov, ktoré majú zaradiť do pojmovej mapy. Avšak v tomto prípade hrozí, že žiaci budú pracovať len s predloženými pojmi a nedoplnia vlastné. Taktiež žiakom robí problém vybrať, ktoré prepojenia sú tie podstatné a je potrebné ich naznačiť. Je to dôsledok toho, že tento úkon vyžaduje najvyššiu operačnú úroveň poznatkov a ich syntézu. Pre začínajúcich tvorcov sú vhodnou pomôckou schémy vytvorené odborníkmi, ktoré obsahujú základné pojmy a vystihujú dôležité vzťahy. Žiak, následne dopĺňa mapu o vlastné pojmy. Takýto postup je vhodný použiť, ak chce učiteľ umožniť žiakom hlbšie pochopenie témy (Haverlíková, 2013).

2.4. Hodnotenie pojmových máp

Existuje viacero spôsobov hodnotenia pojmových máp. Schubertová a Bednárová (2018) uvádzajú tri metódy.

1. štruktúrna metóda – zameriava sa na meranie počtu použitých pojmov, vzťahov, hierarchických úrovní a krížových väzieb. Výsledkom je bodové hodnotenie pojmovej mapy, čo umožňuje porovnávanie kvality štruktúry jednotlivých pojmových mápach.
2. vzťahová metóda - venuje sa využitým kategóriám a ich slovnému popisu. Podobá sa na formatívne hodnotenie. Tvorcovi dáva spätnú väzbu v čom sú nedostatky a silné stránky jednotlivých kategórií. Medzi štandardné kategórie patria: štruktúra, vzťahy, informačný charakter...
3. porovnávanie žiackych máp s kritériálnou pojmovou mapou - kritériálna pojmová mapa je vzor, ktorý obsahuje pojmy a prepojenia, ktoré hodnotiteľ očakáva.

V experimentálnej časti predloženej študentskej vedeckej práce bola na hodnotenie žiackych pojmových máp využitá kombinácia štruktúrnej metódy, kde sa prihliadalo na počet použitých pojmov, vytvorených väzieb a hierarchií a porovnávanie s kritériálnou mapou. Pozornosť bola venovaná aj slovným opisom väzieb a ich interpretácii.

3. Ciele a realizácia výskumu

Cieľom výskumu je overiť možnosť použitia pojmovej mapy na odhaľovanie žiackych predstáv o fyzikálnych podmienkach videnia v školskej praxi. S ohľadom na cieľ, boli formulované výskumné otázky:

- 1.) Je pojmové mapovanie vhodný prostriedok na zisťovanie žiackych predstáv pre učiteľa?
- 2.) Ktorými prvotnými predstavami o šírení svetla a spôsobe videnia disponujú žiaci, ktorí prichádzajú prvý-krát k téme „svetlo“?

Dôležitosť týchto otázok spočíva v potrebe poznania žiackych predstáv učiteľom pri sprostredkovaní novej témy a nedostatku overených metód zisťovania žiackych predstáv vhodných pre prax.

4. Opis výskumu

4.1. Stratégia výskumu – výskum vývojom

Na realizáciu výskumu bola použitá stratégia výskum vývojom. Ide o pomerne nový spôsob výskumu využívaný predovšetkým v pedagogike. Je to intervenčná výskumná stratégia, ktorej cieľom je skúmať a vyvíjať zároveň. Pedagogická intervencia je konštruktívny zásah do pedagogickej praxe, vzťahov, hodnotových systémov vo vzdelávaní. Ide napríklad o nové metodiky a spôsoby hodnotenia, materiály pre štúdium, motivačné prvky či príspevky do osnov. Všetky príklady majú spoločný prvok, a to inovovať vzdelávanie a poznávací proces. Výskum vývojom sa realizuje v opakujúcich sa cykloch, v ktorých sa strieda vývoj a výskum. Cieľom výskumnej časti je objasnenie fungovania novej intervencie v praxi. Dokumentuje úspechy aj neúspechy vývoja, interakcie medzi účastníkmi, ktoré zlepšujú naše chápanie poznávacieho procesu. výskum používa metódy , ktoré objasňujú celý proces od zaradenia intervencie po pozorované javy. Všetky tieto metódy dopĺňa zber a analýza dát. (Kalaš a kol. 2011)

4.2. Výskumná vzorka

Výskum prebiehal v dvoch cykloch. Do oboch cyklov boli vybraté triedy, ktoré ešte do vyučovania fyziky nemali zaradenú tému optika. Táto podmienka bola nevyhnutná, aby bolo možné pozorovať predstavy žiakov, s ktorými prichádzajú k téme šírenia sa svetla. Ak by žiaci mali za sebou hodiny na túto tému, ich predstavy o šírení sa svetla a podmienkach videnia by už boli ovplyvnené. Výskumnú vzorku tvorili dve triedy 3. ročníka osemročných gymnázií. Žiaci týchto tried taktiež nemali v rámci vyučovania osobnú skúsenosť s tvorbou pojmových máp.

5. Prvý cyklus

5.1. Realizácia prvého cyklu

Prvý cyklus bol realizovaný na gymnáziu v Bratislave. Zúčastnilo sa ho 29 žiakov vo veku 14 až 15 rokov z rovnakej triedy. Z toho sa 7 žiakov niekedy zúčastnilo fyzikálnej súťaže. Žiaci výskumníka nepoznali a pri realizácii sa s ním videli prvý krát.

Nakoľko žiaci nevedeli pracovať s pojmovými mapami bolo im na začiatku v krátkosti vysvetlené čo sú pojmové mapy, aký je ich význam. Ďalej im bolo ukázané názorným príkladom na tabuli ako vyzerajú, že sa skladajú z pojmov a vzťahov, ktoré spájajú pojmy a taktiež ako sa tvoria. Žiaci boli upozornení, aby medzi sebou počas tvorby pojmovej mapy nekomunikovali. Zabrániť vzájomnej interakcii medzi žiakmi bolo potrebné aby zdieľanie názorov a nápadov neovplyvnilo individuálne predstavy o šírení sa svetla a o videní. Úvod trval približne 10 minút.

Následne boli žiakom rozdane hárky so siedmimi pojmi (alebo slovnými spojeniami) vystihujúcimi šírenie svetla a videnie. Išlo o pojmy: zdroj svetla, pozorovateľ (oko), pozorovaný predmet, lúče svetla, tieň, farba svetla, farba predmetu. Pojmy boli zadané tak, aby žiakmi označené vzťahy medzi pojmi ukázali, ktoré pojmy si žiaci spájajú, aké vzťahy a prepojenia sú pre nich dôležité a naopak, ktoré neregistrujú, respektíve, ktoré nepovažujú za dôležité. Pojmy boli zadané napriek tomu, že ich poskytnutie do istej miery limituje kreativitu žiakov. Ak žiakom chýbal pre nich dôležitý pojem, mohli si ho doplniť.

Dôvodom zadania základného súboru pojmov boli výsledky výskumov, ktoré ukázali že najväčší problém žiakom robí konštrukcia prepojení medzi pojmi. Stanovením pojmov, ktoré majú žiaci použiť, môže učiteľ získať prehľad, ktoré z uvedených pojmov nevedia žiaci zaradiť alebo prepojiť s ostatnými. Problém s prepájaním pojmov indikuje neporozumenie pojmu (Haverlíková, 2013).

Ako východisko pre tvorbu pojmovej mapy bola žiakom zadaná ohnisková otázka: „Ako sa šíri svetlo?“ Ohnisková otázka, na ktorú mala konštruovaná pojmová mapa odpovedať, je veľmi dôležitá, aby sa žiaci neodklonili od zadanej témy (Novak, 2008). Na samotnú tvorbu pojmovej mapy bolo vyhradených približne 20 minút. Počas tohto času mohli žiaci klásť otázky len výskumníkovi. Po jeho uplynutí boli pojmove mapy zozbierané k analýze.

5.2. Analýza prvého cyklu

Analýza žiackych pojmových máp pozostávala z vizuálneho hodnotenia typu každej žiackej pojmovej mapy a jej porovnania s kritériálnou pojmovou mapou. Ide o mapu vytvorenú výskumníkmi, ktorá obsahuje pre nich podstatné vzťahy. Použitá kritériálna mapa obsahuje 7 pojmov, 9 väzieb a jej centrálny pojem je zdroj svetla.

Analýza bola zameraná na identifikáciu typu pojmových máp, určenie počtu použitých pojmov a väzieb a sumárne na identifikáciu najmenej a najviac sa vyskytujúcich vzťahov.

Taktiež boli identifikované vzťahy potrebné pre ďalšie vyučovanie optiky, ktoré zároveň vyžadujú prácu učiteľa na hodinách.

Úplné využitie štrukturálnej metódy nebolo možné. Medzi prvky, ktoré nebolo možné identifikovať patrili hierarchické úrovne a centrálné pojmy. Dôvodom bola nedostatočná príprava žiakov na tvorbu pojmových máp, potrebu hierarchizácie pojmov a identifikovanie centrálného (najvšeobecnejšieho) pojmu. Dôsledkom bola nemožnosť správne pochopiť a interpretovať žiacke prepojenia pojmov, nakoľko žiaci neuvádzali slovný opis vzťahu alebo ho uvádzali v dlhých vetách a hmlistých vyjadreniach.

V nasledujúcich tabuľkách (tab.1), (tab.2) je možné vidieť prehľad typov pojmových máp a počtu použitých väzieb. Najčastejšie využívaným typom pojmovej mapy bola sieť v počte 16 (55%) druhým v poradí je typ pavúk v počte 7 (24%). Dve pojmové mapy pozostávali z čiastkovej mapy typu pavúk alebo reťaz a ďalších neprepojených čiastkových máp typu pavúk, prípadne samostatných neprepojených pojmov. Hierarchické usporiadanie bolo naznačené v 7 prípadoch, v niektorých z nich však nebolo jasné, či žiak pojem umiestnený vo vrchnej časti mapy skutočne považuje za centrálny pojem. Najnižší počet identifikovaných väzieb v žiackej pojmovej mape bol 5, vyskytol sa u dvoch žiakov. Najčastejšie žiaci znázornili medzi ponúknutými pojmami 7 väzieb, jeden žiak znázornil celkovo 15 väzieb.

Tabuľka 1 Typ mapy a jej početné zastúpenie v pojmových mapách prvého cyklu

Typ mapy	Počet použití
Pavúk	7
Reťaz	4
Sieť	16
Kombinovaný	2

Tabuľka 2 Početnosť pojmových máp podľa počtu identifikovaných väzieb medzi pojmami v prvom cykle výskumu

Počet väzieb identifikovaných v pojmovej mape	Počet pojmových máp s daným počtom identifikovaných väzieb
5	2
6	3
7	12
8	4
9	3
10	2
11	1
13	1
15	1

V ďalšej tabuľke (tab.3) je prehľad frekvencie výskytu väzieb v žiackych pojmových mapách. Najčastejšie identifikovanou väzbou bolo prepojenie medzi pojmami zdroj svetla a lúče svetla.

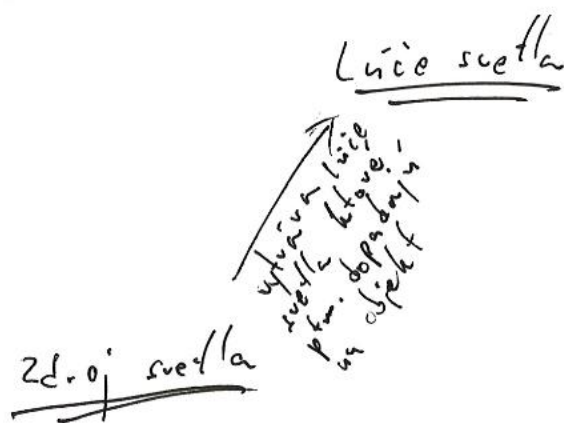
Tabuľka 3 Frekvencia výskytu jednotlivých vzťahov prvého cyklu

Identifikovaná väzba medzi dvojicou pojmov	Frekvencia výskytu (N=29)
Zdroj svetla – lúče svetla	24
Pozorovaný predmet - Pozorovateľ (oko)	23
Pozorovaný predmet - Farba predmetu	19
Lúče svetla - Pozorovaný predmet	18
Pozorovaný predmet - Tieň	16
Zdroj svetla - Farba svetla	14
Farba svetla - Farba predmetu	12
Pozorovateľ - Farba predmetu	11
Zdroj svetla - Pozorovaný predmet	8

Na obr.2 je znázornený výsek žiackej pojmovej mapy popisujúci vzťah medzi pojmi zdroj svetla a lúče svetla. Iné slovné opisy tejto väzby, ktoré sa v žiackych mapách vyskytli, sú:

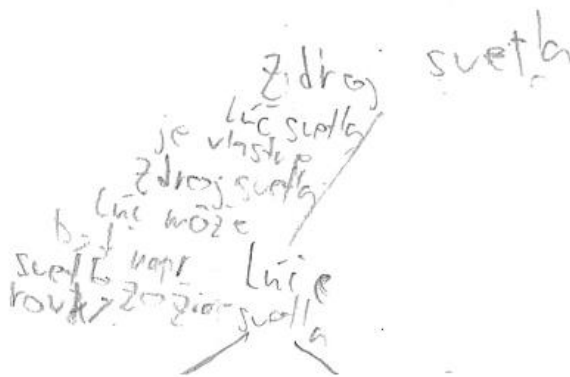
- „idú z neho“
- „vyžaruje“
- „Zdroj svetla vysiela farebné lúče“
- „vytvára lúče svetla ktoré potom. dopadajú na objekt“

Z týchto vyjadrení možno usudzovať, že žiaci, ktorí ich použili chápu, že lúče svetla nevznikajú samovoľne, ale je potrebný zdroj.



Obrázok 2 Ukážka vyjadrenia väzby pojmov zdroj svetla a lúče svetla 1

Ďalšou identifikovanou interpretáciou väzby pojmov zdroj svetla a lúče svetla je, ich stotožňovanie (obr.3). Nachádzame ho v opise väzby „Lúče svetla je vlastne zdroj svetla. Lúče môže byť napr. svetlo zo žiarovky.“



Obrázok 3 Ukážka vyjadrenia väzby pojmov zdroj svetla a lúče svetla 2

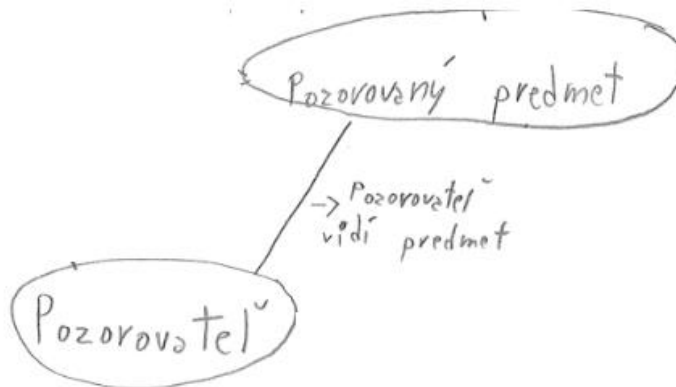
U mnohých však nie je možné identifikovať o ktorej interpretácii uvažovali pri tvorbe pojmovej mapy, nakoľko väzbu medzi pojмами znázornili len spojnícou medzi nimi bez slovného opisu (obr.4).



Obrázok 4 Ukážka väzby pojmov zdroj svetla a lúč svetla bez slovného opisu

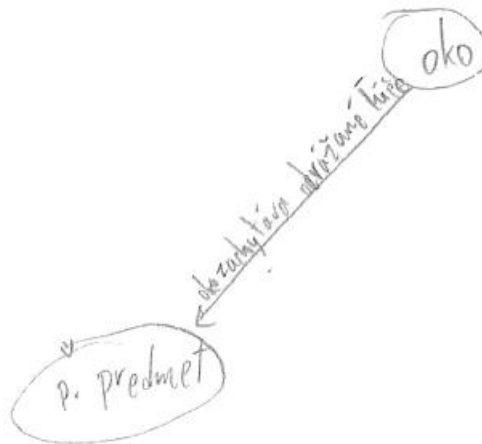
Z porovnania s kriteriálnou mapou sme ako druhým najčastejšie sa vyskytujúci vzťah medzi pojмами identifikoval vzťah medzi pozorovaným predmetom a pozorovateľom (okom) (obr.5). Ani túto väzbu nie je možné úplne analyzovať a interpretovať, pretože väčšina žiakov ju naznačila len spojnícou bez opisu alebo opísala spôsobom z ktorého nie je možné usúdiť viac. Medzi najčastejšie opisy väzby patrí:

- „oko sleduje, pozoruje (predmet)“
- „pozorovateľ vždy niečo pozoruje“
- „očami vidíme predmet“
- „pozorovateľ vidí predmet“



Obrázok 5 Ukážka väzby medzi pojmami pozorovaný predmet a pozorovateľ 1

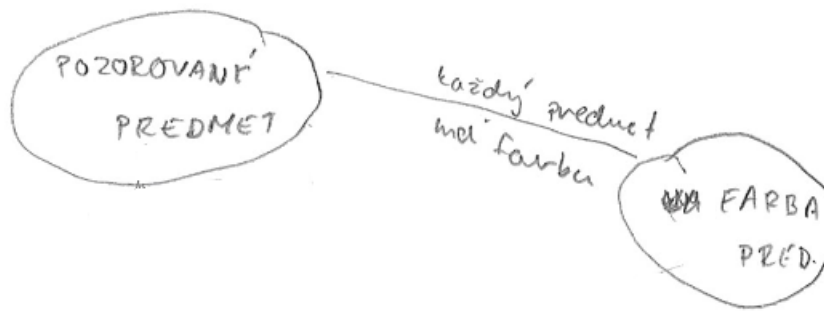
Z uvedených vyjadrení nie je úplne jasné, či žiak mal na mysli, že oko je orgán, vďaka ktorému vidíme alebo či žiak má predstavu že vidíme vďaka tomu, že oko pozorovateľa vysiela niečo z oka. Interpretáciu by mohlo uľahčiť znázornenie vzťahu šípkou, tá sa však vo väčšine žiackych pojmových máp nenachádzala. Z ojedinelého slovného opisu: „oko zachytáva odrazené lúče“ (obr.6) možno usúdiť, že autor tejto pojmovej mapy má predstavu o podmienke videnia zodpovedajúcu vedeckej predstave.



Obrázok 6 Väzba pozorovaný predmet a pozorovateľ 2

Tretou najčastejšie identifikovanou väzbou v žiackych pojmových mapách bola väzba medzi pojmami farba predmetu a pozorovaný predmet (obr.7). Medzi najčastejšie opisy patria:

- „predmet má nejakú farbu“
- „každý predmet má farbu“
- „farba, ktorú pozorovaný predmet má“
- „ako vidíme predmet“



Obrázok 7 Ukážka väzby medzi pojmami farba predmetu a pozorovaný predmet

Tieto vyjadrenia naznačujú, že žiaci chápu farbu predmetu ako jeho vlastnosť, ako niečo, čo predmet má bez vzťahu k farbe svetla.

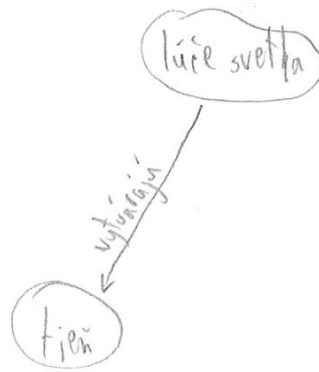
Najmenej často sa v žiackych pojmových mapách vyskytovalo prepojenie pojmov zdroj svetla a pozorovaný predmet. Absencia tohto prepojenia by mohla znamenať, že žiaci nepovažujú zdroj svetla za nevyhnutný pre videnie. To by mohlo súvisieť s predstavou videnia založeného na vysielaní niečoho z oka, na pomyselnom „ohmatávaní“ pozorovaného predmetu.

V 13 pojmových mapách sa vyskytlo prepojenie zdroj svetla, lúče svetla a pozorovaný predmet. Je to možné interpretovať, že žiaci nevnímajú lúče svetla ako model šírenia svetla, ale skôr ako svetlo na ceste medzi zdrojom a predmetom, na ktorý svetlo dopadá

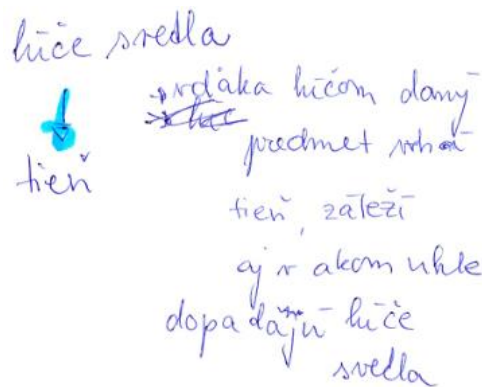
Na základe získaných pojmových máp nie je možné túto väzbu jednoznačne interpretovať.

Najčastejšie sa vyskytujúca väzba v žiackych pojmových mapách, ktorá nebola zahrnutá v kritériálnej pojmovej mape, je väzba medzi pojmami tieň a lúče svetla (obr.8), (obr.9). Žiaci ju charakterizovali nasledovne:

- „(lúč svetla) dopadá na predmet, vytvára tieň“
- „vďaka lúčom daný predmet vrhá tieň, záleží aj v akom uhle dopadajú lúče svetla“
- „za predmetom, na ktorý lúč vrhá svetlo, sa nachádza tieň“
- „tieň môžeme vidieť, iba keď na neho (na predmet) svieta svetlo“
- „tieň je absencia svetla vytvorená pozorovaným predmetom“
- „lúče svetla môžu vytvárať tieň“



Obrázok 8 Ukážka väzby medzi pojmami tieň a lúče svetla 1



Obrázok 9 Ukážka väzby medzi pojmami tieň a lúče svetla 2

Z vyššie uvedených vyjadrení je možno usudzovať, že niektorí žiaci majú predstavu, že tieň je vytváraný predmetom, že to je jeho schopnosť a vlastnosť. Ďalšou možnou interpretáciou je, že tieň vytvára lúč samotný keď dopadne na predmet.

5.3. Závery prvého cyklu

Z analýzy žiackych pojmových máp je možné usudzovať že žiaci samostatne, bez upozornenia a náležitej prípravy nerozmyšľajú o hierarchii pojmov v danej téme a neuvažujú nad usporiadaním pojmov podľa ich všeobecnosti. Na základe analýzy získaných žiackych pojmových máp možno o žiackych predstavách o šírení sa svetla a videní usudzovať:

1. Niektorí žiaci chápu potrebu zdroja svetla pre pozorovanie predmetu.
2. Niektorí žiaci stotožňujú zdroj svetla s lúčmi svetla.
3. Žiaci nevnímajú lúče svetla ako model šírenia sa svetla.
4. Niektorí žiaci majú predstavu, že človek vidí vďaka niečomu, čo vysiela z oka. Prípadne, že na videnie nie je potrebné, aby svetlo zo zdroja dopadalo na predmet.
5. Predstava niektorých žiakov o vzniku tieňa je, že ho vytvára predmet samotný alebo lúč svetla.

Tieto tvrdenia však nie je možné považovať za jednoznačné interpretácie žiackych pojmových máp, nakoľko viaceré väzby medzi pojмами neboli opísané, alebo boli opísané hmlisto. Na základe analýzy získaných žiackych pojmových máp tiež možno vysloviť záver, že príprave žiakov na tvorbu pojmových máp je potrebné venovať väčšiu pozornosť tak, aby žiaci prijali pojmové mapy ako užitočný nástroj na zachytenie predstáv a naučili sa ich tvoriť. Na základe týchto zistení bola pre druhý cyklus výskumu vývojom navrhnutá pedagogická intervencia. Je to úvodná fáza pozostávajúca z niekoľkých krokov počas ktorých sa výskumníci snažia žiakom vytvoriť podmienky na naučenie sa tvorby a osvojenie si jednotlivých krokov a podmienok vytvárania pojmových máp.

Formulované bolo rady, ktorých by sa mali učitelia držať počas žiackej tvorby pojmových máp na tému šírenie sa svetla a podmienky videní. Počas celého trvania tvorby máp treba žiakov povzbudzovať, aby:

1. väzby medzi pojмами charakterizovali slovne, aby uvádzali stručný a výstižný opis vzťahu medzi pojмами
2. vzťah medzi pojмами vyjadrili aj smerovaním šípky spájajúcej vybrané pojmy
3. svoju pojmovú mapu obohatili o ďalšie pojmy

6. Druhý cyklus

6.1. Realizácia druhého cyklu

Druhý cyklus výskumu vývojom bol realizovaný na 8-ročnom gymnáziu v Trnave, a zúčastnili sa ho žiaci tretieho ročníka. Použitiu pojmových máp na identifikáciu žiackych predstáv viažucich sa k téme šírenie svetla a fyzikálne podmienky videnia predchádzala v druhom cykle výskumu vývojom pedagogická intervencia.

Prvá intervencia sa konala týždeň pred tvorbou pojmovej mapy na tému šírenie svetla. Zúčastnilo sa jej 25 žiakov z jednej triedy, ktorý poznali výskumníka len z videnia, nakoľko pedagogicky pôsobí na danom gymnáziu, žiakov z výskumnej vzorky však predtým neučil.

Prvá intervencia pozostávala zo štyroch častí. V prvej časti boli žiaci vedení k vysloveniu ich predstáv o pojmovej mape a jej tvorbe. Ich predstavy boli síce mierne korigované ale neboli dopĺňané informáciami, o ktorých sa samotní žiaci nezmienili. Niektorí žiaci vedeli, že použité pojmy sa dávajú do oválov a spájajú sa čiarami. Ďalšie vedomosti, napríklad o hierarchickom usporiadaní, vyberaní centrálného pojmu alebo o opise väzieb nevedeli. Cieľom tejto časti bolo poskytnúť najzákladnejšie vedomosti potrebné na tvorbu mapy, nakoľko sa v triede nachádzali žiaci, ktorí o pojmových mapách nikdy predtým nepočuli.

V druhej časti žiaci samostatne tvorili pojmové mapy na nefyzikálnu tému podľa svojich predstáv bez dodatočných inštrukcií. Pri voľbe témy bol kladený dôraz na to, aby s ňou mal osobnú skúsenosť každý žiak. Ohnisková otázka, na ktorú v pojmovej mape odpovedali bola: „Ako sa u vás doma zabezpečuje obed?“ Žiakom bol poskytnutý základný zoznam pojmov, ktoré mali použiť: špajza, kuchyňa, mama, otec, deti, jedlo, odpad, chladnička a jedálenský stôl.

Žiakom tiež boli ponúknuté slovesá na opis vzťahov: varí, vynáša, umýva, servíruje a nakupuje. Žiaci pracovali individuálne, prípadne výskumníkovi kládli doplňujúce otázky. Najčastejšou otázkou bolo, ako majú znázorniť skutočnosť, že na nákup chodí celá rodina.

Po vytvorení pojmových máp na dôverne známu nefyzikálnu tému nasledovala riadená diskusia, v ktorej sa žiaci dozvedeli viac o funkcii a častiach pojmovej mapy, o usporiadaní pojmov ale aj o pravidlách, ktoré je potrebné dodržiavať pri tvorbe. Najčastejšie chyby pri vytváraní pojmových máp boli žiakom ilustrované na ukázkach pojmových máp viažucich sa k rôznym témam, s ktorými sa stretli počas školského vyučovania. Vybrané ukázkové pojmové mapy znázorňovali odbočenie od ohniskovej otázky, dôsledky absencie krížových väzieb, nesprávne hierarchické usporiadanie pojmov a nedodržanie hierarchických úrovní. Jedna z pojmových máp poukazovala na potrebu udržania prehľadnosti pojmovej mapy. Posledná ukázková pojmová mapa bola určená k práci žiakov. Žiaci sa pokúšali samostatne identifikovať časti pojmovej, ktoré neboli vhodne vytvorené.

Táto časť mala za cieľ interaktívnym spôsobom pomôcť žiakom osvojiť si pravidlá tvorby pojmových máp a uvedomiť si význam usporiadania pojmov do hierarchických úrovní. Táto vlastnosť najviac chýbala pojmovým mapám v prvom cykle.

V poslednej časti prvej intervencie žiaci znova samostatne vytvárali pojmovú mapu na rovnakú tému, ako na začiatku hodiny. Zachovanie témy umožnilo žiakom uvedomiť si rozdiely medzi prvou a druhou pojmovou mapou, ktorú na danú tému vytvorili. Najčastejší rozdiel, ktorý žiaci uviedli, bolo hierarchické usporiadanie pojmov, výber centrálného pojmu a tvorenie krížových väzieb.

Po týždni prebehla druhá intervencia, ktorá predstavovala vytváranie žiackej pojmovej mapy na známu (už preberanú) fyzikálnu tému. Nakoľko intervencia prebiehala na začiatku školského roka, kedy sa žiaci venovali opakovaniu témy vlastnosti látok, preberanej v závere predchádzajúceho školského roka, úlohou žiakov bolo vytvoriť pojmovú mapu na túto tému.

Realizácia druhej intervencie bola zamýšľaná v školskom prostredí. Škola však mimo plánu zorganizovala Školu v prírode. Preto už túto časť vyučovacej sekvencie žiaci robili mimo školského prostredia. Vyučujúci, ktorý mal žiakov na starosti, dostal od výskumníka podrobné pokyny k práci žiakov. Táto sekvencia sa začala zopakovaním pravidiel pre tvorbu pojmových máp. Odporúčané bolo opakovanie samotnými žiakmi formou riadenej diskusie dopĺňanej učiteľom len v nevyhnutných momentoch. Tvorba pojmových máp na známu fyzikálnu tému prebehla v skupinách po 3-4 žiakoch, aby sa navzájom dopĺňali aj vo fyzikálnych vedomostiach aj v pravidlách tvorby pojmových máp. Následne si skupiny mali vymeniť vytvorené pojmové mapy na známu fyzikálnu tému. Druhá skupina mala za úlohu skontrolovať, či boli dodržané všetky pravidlá pre tvorbu týchto máp a slovne popísať chyby a to čo spravili správne.

Po úvodných intervenciách nasledovala tvorba pojmovej mapy na neznámu fyzikálnu tému – šírenie svetla a fyzikálne podmienky videnia. Žiaci tvorili mapy v Škole v prírode bez prítomnosti výskumníka a na dobrovoľnej báze. To bol pravdepodobne dôvod, prečo sa tejto časti výskumu zúčastnilo len 14 žiakov. Žiaci počas tvorby pojmovej mapy medzi sebou nekomunikovali. Na tvorbu pojmovej mapy mali vyhradený čas 20 minút. Následne žiaci svoje pojmové mapy odfotili a poslali výskumníkovi na spracovanie.

6.2. Analýza druhého cyklu

Analýza žiackych pojmových máp v tomto cykle prebiehala rovnako, ako v prvom cykle výskumu. Zameriavala sa na identifikáciu typu pojmovej mapy, zistenie počtu väzieb a na určenie vzťahov medzi pojmi, ktoré sa v žiackych mapách vyskytli najčastejšie a najzriedkavejšie. Cieľom tiež bolo identifikovať vzťahy, ktoré vyžadujú ďalšiu prácu učiteľa. Zo získaných žiackych pojmových máp bolo zistené, že aj napriek pridanej intervencii až 5 zo 14 máp nemalo opísané všetky alebo väčšinu väzieb.

Pri ďalšej analýze bola čiastočne využitá štruktúrna metóda. Sledovaný bol počet vytvorených väzieb a hierarchií, počet použitých pojmov a vybrané centrálny pojmy. V tabuľke (tab.4) je možné vidieť počet použitých väzieb v jednotlivých prácach. V ďalšej tabuľke (tab.5) je vidieť prehľad identifikovaných centrálnych pojmov. Piaty žiaci pridali pri tvorbe pojmovej mapy jeden až tri vlastné pojmy. Medzi doplnenými pojmi boli: svetlo, odraz svetla, podmienky sťažujúce videnie, tma, tvar, zrak a videnie. Hierarchická štruktúra bola identifikovaná v 11 pojmových mapách, počet žiakmi zachytených hierarchických úrovní je zaznamenaný v tabuľke 6..

Tabuľka 4 Početnosť pojmových máp podľa počtu identifikovaných väzieb medzi pojmi v druhom cykle výskumu

Počet väzieb identifikovaných v pojmovej mape	Počet pojmových máp s daným počtom identifikovaných väzieb
5	0
6	3
7	4
8	3
9	4
10	0
11	0
13	0
15	0

Tabuľka 5 Prehľad centrálnych pojmov v jednotlivých pojmových mapách

Centrálny pojem	Počet použití
pozorovateľ	4
zdroj svetla + svetlo	4+1
zrak + videnie	1+1

Tabuľka 6 Počet hierarchických úrovní

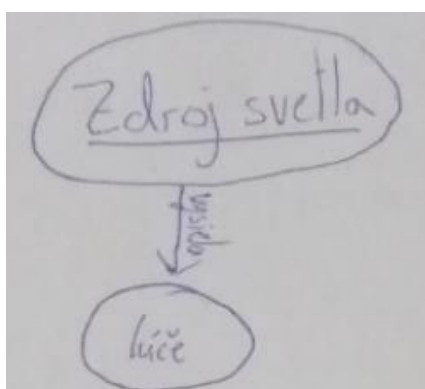
Počet vytvorených hierarchií	Počet výskytov
3	4
4	3
5	3
6	1

V ďalšej tabuľke (tab.7) je prehľad frekvencií výskytu väzieb v žiackych pojmových mapách.

Tabuľka 7 Frekvencia výskytu jednotlivých vzťahov druhého cyklu

Identifikovaná väzba medzi dvojicou pojmov	Frekvencia výskytu (N=14)
Zdroj – lúč svetla	13
Pozorovaný predmet - Pozorovateľ (oko)	12
Pozorovaný predmet - Farba predmetu	12
Pozorovaný predmet - Tieň	11
Zdroj - Farba svetla	7
Lúč svetla - Pozorovaný predmet	6
Pozorovateľ - Farba predmetu	3
Zdroj - Pozorovaný predmet	1
Farba svetla - Farba predmetu	0

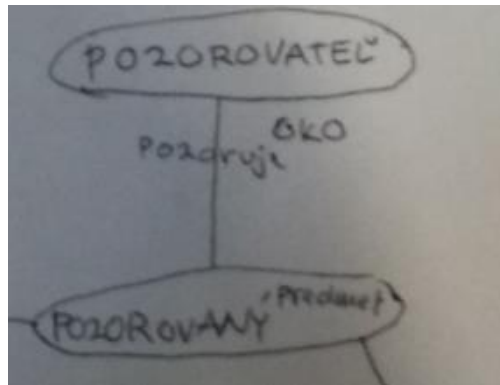
Tak ako v prvom cykle, aj v tomto, najčastejšie vytvorená väzba bola medzi pojmi zdroj svetla a lúč svetla (obr.14). Najčastejšie sa vyskytujúcim popisom je vysiela (4x), vytvára (3x), má (2x). Na základe týchto informácií možno usudzovať, že žiaci nevnímajú lúč svetla ako model šírenia svetla, ale ako svetlo medzi zdrojom a predmetom.



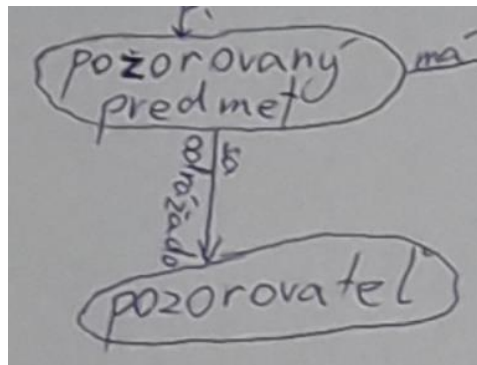
Obrázok 10 Ukážka väzby medzi pojmi zdroj svetla a lúč svetla

Druhou najčastejšou väzbou je vzťah medzi pojmi pozorovaný predmet a pozorovateľ. Žiaci opísali tento vzťah slovami vidí (5x), sleduje/ pozoruje/ pozerá na (5x) (obr.15). Na základe uvedených opisov nie možné usúdiť, či žiaci vnímajú odraz svetla od

pozorovaného predmetu ako podmienku videnia. Jeden žiak síce uviedol opis „odráža sa“ (obr.16), nie je však jednoznačné, že mal na mysli odraz svetla.

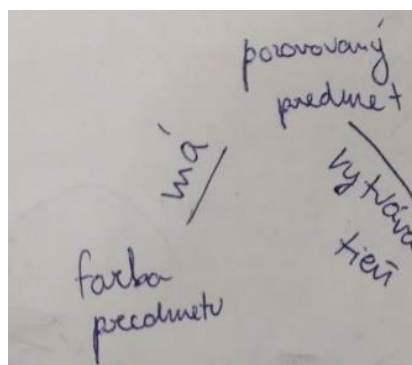


Obrázok 11 Ukážka znázornenia väzby medzi pojmi pozorovaný predmet a pozorovateľ 1



Obrázok 12 Ukážka znázornenia väzby medzi pojmi pozorovaný predmet a pozorovateľ 2

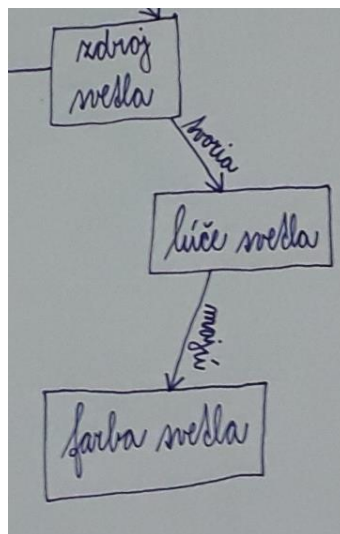
Tretia najčastejšie sa vyskytujúca väzba je tiež rovnaká ako v prvom cykle výskumu. Je ňou väzba medzi pojmi pozorovaný predmet a farba predmetu (obr.17). Neuviedli ju len 2 žiaci. Osem z 12 žiakov ju opísalo aj slovne, všetci použili slovo „má“. Na základe toho možno usudzovať, že žiaci chápu farbu predmetu ako jeho vlastnosť, ako niečo, čo predmet má.



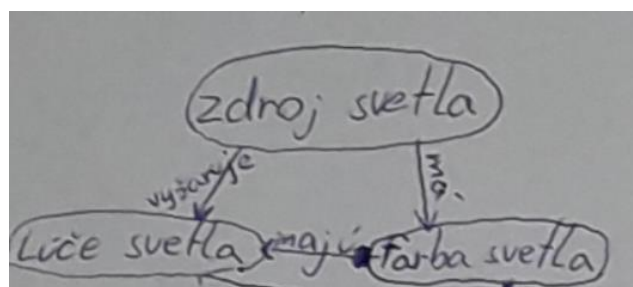
Obrázok 13 Ukážka väzby medzi pojmi pozorovaný predmet a farba predmetu

Väzba medzi pojmami farba svetla a farba predmetu sa nevyskytla ani raz. Poukazuje to na to, že žiaci neuvažujú nad tým, že farba svetla by mohla súvisieť s farbou predmetu a mať na ňu vplyv. Absencia tejto väzby môže úzko súvisieť s predstavou žiakov o farbe predmetov ako ich vlastností.

Najčastejšie vyskytujúca sa väzba, ktorá nebola vytvorená v kriteriálnej pojmovej mape, je medzi pojmami lúč svetla a farba svetla (vyskytla sa v polovici analyzovaných máp). Z toho 6 žiakov naznačilo slovne alebo šípkami postupnosť medzi pojmami zdroj svetla – lúče svetla – farba svetla (obr.18). U týchto žiakov je predstava farby svetla viazaná na lúče svetla a nie je vnímaná ako charakteristika zdroja svetla. Jeden žiak vytvorili prepojenie medzi pojmami zdroj svetla – farba svetla aj pojmami lúče svetla – farba svetla (obr.19).

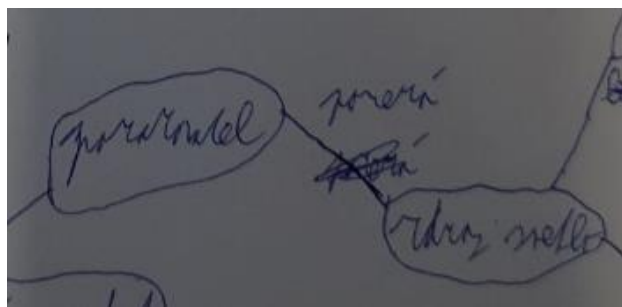


Obrázok 14 Ukážka väzby medzi pojmami lúč svetla a farba svetla 1



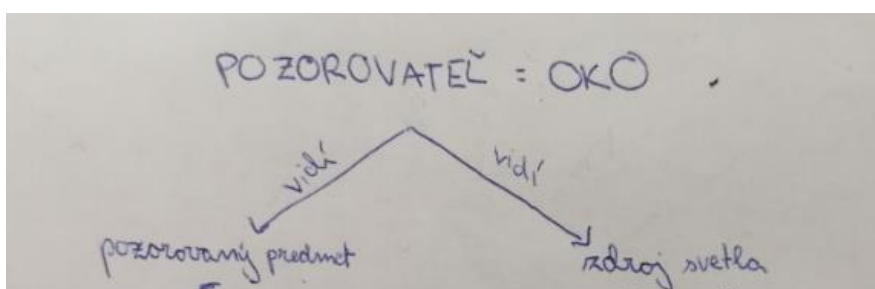
Obrázok 15 Ukážka väzby medzi pojmami lúč svetla a farba svetla 2

Až päť žiakov vytvorilo priamu väzbu medzi pozorovateľom a zdrojom svetla (obr.20). Dvaja ju aj opísali a to slovom pozerá, resp. pozoruje vďaka. Otázkou ostáva, či žiaci majú predstavu, že vidíme vďaka tomu, že zdroj svieti na pozorovateľa a ten sa na niečo pozerá, alebo že zdroj svieti na predmet a vďaka tomu ľudia vidia. Dá sa však predpokladať, že majú predstavu, že človek nevidí, ak nevidí na zdroj svetla.



Obrázok 16 Ukážka väzby medzi pojmami pozorovateľ a zdroj svetla

Pojmové mapy štyroch žiakov reprezentujú podmienku, že pre videnie stačí, ak zdroj svetla (alebo lúče svetla) svietia na pozorovateľa a ten vďaka tomu vidí (obr.21).



Obrázok 17 Ukážka väzby medzi pojmami pozorovateľ, zdroj svetla a pozorovaný predmet

6.3. Záver druhého cyklu

Z analýzy žiackych pojmových máp je možné usudzovať, že v ďalšom cykle by bolo treba ešte výraznejšie podporiť u žiakov písanie väzieb, možnosť dopĺňania vlastných pojmov a používanie šípok počas práce. Predbežné výsledky však môžu byť čiastočne skreslené nedodržaním pokynov výskumníka zo strany učiteľa v škole v prírode, ktorý úlohu žiakom zadával.

Z nasledujúcich čísel je možné vidieť že táto podpora je veľmi dôležitá a treba sa odporúčanií formulovaných na základe prvého cyklu výskumu držať. V piatich zo 14 máp žiaci opísali len niektoré väzby alebo žiadne. Rovnako v piatich prípadoch žiaci doplnili aspoň jeden vlastný pojem. Šípku medzi pojmami naznačilo len šesť žiakov.

Analýzou pojmových máp, ktoré vznikli v škole v prírode sa zistilo, že niektoré kroky druhej časti pedagogickej intervencie neboli zrealizované. Pojmové mapy na známu fyzikálnu tému, ktoré mali žiaci tvoriť v skupinách, si mali následne medzi skupinami vymeniť, pričom druhá skupina mala skontrolovať či boli dodržané všetky pravidlá na tvorbu pojmových máp. Niektoré pojmové mapy použité vo výskume (t.j. mapy tvorené na neznámu fyzikálnu tému) mali však rovnaké chybné prvky ako pojmové mapy, ktoré títo žiaci tvorili v skupine. Keďže výskumník nebol pri vzájomnej kontrole máp tvorených skupinami prítomný, nemohol do procesu zasiahnuť a pripomenúť požadované atribúty pojmových máp (napr. usporiadanie do hierarchických úrovní alebo slovný opis väzieb medzi pojmami).

Rozdiely v konečných žiackych prácach druhého cyklu v porovnaní s výtvormi v prvom cykle sú napriek neplánovane zmeneným podmienkam priebehu druhého cyklu viditeľné. Preto je možné pedagogickú intervenciu považovať za úspešnú. Viac ako tri štvrtiny žiakov zapojených do druhého cyklu výskumu boli schopné uvažovať o hierarchii pojmov a znázorniť ju v mape. To umožnilo získať informácie, ktoré pojmy považujú žiaci za všeobecnejšie a ktoré za konkrétnejšie v otázke „Ako sa šíri svetlo?“. Taktiež bolo možné identifikovať centrálné pojmy a počty hierarchických úrovní. Aj v tomto cykle boli identifikované niektoré žiacke predstavy, ktoré nezodpovedajú vedeckým predstavám a vyžadujú si pozornosť učiteľa:

1. Žiaci chápu farbu predmetu ako jeho vlastnosť, ako niečo, čo predmet má.
2. Človek na videnie potrebuje vidieť zdroj svetla.
3. Pre videnie netreba, aby zdroj svetla osvetľoval pozorovaný predmet.

Napriek dosiahnutým pokrokom nebolo možné interpretovať všetky žiakmi znázornené väzby a to najmä preto, že niektorí žiaci nepoužívali opisné slová, ktoré by viac naznačovali ich predstavu o danej väzbe.

Hlavným odporúčaním pre tretí cyklus výskumu je zabezpečenie prítomnosti výskumníka počas všetkých fáz pedagogickej intervencie aj počas tvorby individuálnych pojmových máp týkajúcich sa šírenia svetla a podmienok videnia. Práve výskumník vie, ktoré kroky v jednotlivých fázach je nevyhnutné uskutočniť a môže svojou prítomnosťou na to dohliadať. Dbá tiež na dodržanie podmienky individuálnej tvorby poslednej pojmovej mapy.

Druhým dôležitým odporúčaním pre tretí cyklus výskumu je dôsledná kontrola kvality pojmových mapách na nefyzikálnu tému a formatívne hodnotenie žiakov. Týmto krokom je možné žiakov upozorniť na prípadné nedostatky v ich pojmových mapách a objasniť im zásady tvorby pojmových máp, ktoré si zatiaľ neosvojili, a to skôr, ako pristúpia k tvorbe fyzikálnej pojmovej mapy. Napríklad prehľadnosť, dodržanie hierarchického usporiadania, doplnenie slovného opisu väzieb medzi pojmi, nezabudnutie na vytváranie krížových väzieb.

Ďalším zistením je potreba venovania sa v rámci prvej úvodnej fázy výberu vhodných slovies na opis väzieb. Žiaci najčastejšie používali slová ako je/sú, má/majú, vidí, ktoré nemajú z hľadiska analýzy žiackych predstáv dostatočnú výpovednú hodnotu. Táto skúsenosť ukázala, že venovať sa v rámci pedagogickej intervencie výberu slov použitých na opis je rovnako dôležité, ako venovať sa hierarchickému usporiadaniu pojmov.

Záver

Cieľom tejto práce bolo overiť možnosť používania pojmovej mapy na odhaľovanie žiackych predstáv v téme šírenie svetla a fyzikálnych podmienkach videnia v školskej praxi. Boli formulované dve výskumné otázky:

1. Je pojmové mapovanie vhodný prostriedok na zisťovanie žiackych predstáv pre učiteľa?
2. Ktorými prvotnými predstavami o šírení svetla a spôsobe videnia disponujú žiaci, ktorí prichádzajú prvý-krát k téme „svetlo“?

Odpoveď na prvú otázku nevyplýva len z preukázania toho, že žiaci sú schopní tvoriť pojmové mapy a že táto činnosť im dáva zmysel, ale aj z porovnania žiackych predstáv identifikovaných na základe získaných pojmových máp a žiackych predstáv identifikovaných inými výskumnými, resp. diagnostickými postupmi.

Uskutočnený bol výskum vývojom, ktorý umožňuje výskumníkovi pracovať v cykloch a tým skúmať a vyvíjať súčasne. Dosiaľ boli realizované dva cykly výskumu. Prvého cyklu sa zúčastnilo 29 žiakov tretieho ročníka osemročného gymnázia v Bratislave. Títo žiaci ešte v rámci vyučovania fyziky nemali tému šírenie sa svetla a podmienky videnia. Žiaci predtým ešte nepracovali s pojmovými mapami, preto im na začiatku boli sprostredkované základné informácie o tvorbe pojmových máp. Následne žiaci vytvárali pojmové mapy s použitím výskumníkom ponúknutých pojmov.

Výstupom prvého cyklu bol návrh pedagogickej intervencie smerujúcej k zlepšeniu schopnosti žiakov tvoriť a používať pojmové mapy. V prvej sekvencii intervencie by sa mali žiaci zoznámiť s pojmovými mapami, tvoriť pojmovú mapu na nefyzikálnu tému a zároveň sa oboznámiť s pravidlami, ktoré by mali byť dodržané pri tvorbe pojmových máp. V druhej sekvencii intervencie by žiaci mali tvoriť pojmovú mapu na pre nich známu fyzikálnu tému.

Do realizácie druhého cyklu výskumu vývojom sa zapojilo celkovo 25 žiakov. Nefyzikálnu pojmovú mapu žiaci tvorili na ohniskovú otázku: „Ako sa u vás doma zabezpečuje obed?“ Žiakom boli ponúknuté nielen pojmy, ale aj slová, ktoré mohli použiť na opis väzieb medzi pojmi. V druhej sekvencii žiaci vytvárali pojmovú mapu na tému vlastnosti látok ako súčasť opakovania z predchádzajúceho ročníka. Žiaci neplánovane odišli do školy v prírode, preto druhá sekvencia a následné tvorenie pojmovej mapy na neznámu fyzikálnu tému prebehli podľa podrobných inštrukcií výskumníka, no bez jeho prítomnosti a s menším počtom žiakov.

Napriek tomu, že pre neprítomnosť výskumníka neboli dodržané všetky plánované kroky pedagogickej intervencie a pravdepodobne ani podmienky individuálnej tvorby záverečných pojmových máp, bolo v druhom cykle výskumu pozorované kvalitatívne zlepšenie žiakmi tvorených pojmových máp. Na rozdiel od prvého cyklu bolo možné sledovať aj počet identifikovaných hierarchických úrovní a získať prehľad vybraných centrálnych pojmov. Navrhnuté boli ďalšie opatrenia, ktoré budú implementované v treťom cykle, ktorý bude pokračovaním tejto práce.

V oboch cykloch sa výskum zamerával aj na interpretáciu žiakmi vytvorených väzieb. Podarilo sa identifikovať tieto žiacke predstavy:

1. Niektorí žiaci chápu potrebu zdroja svetla pre šírenie sa lúčov.

2. Niektorí žiaci stotožňujú zdroj svetla s lúčmi.
3. Niektorí žiaci majú predstavu, že človek vidí vďaka niečomu, čo vysiela z oka.
4. Predstava niektorých žiakov o vzniku tieňu je, že ho vytvára predmet samotný alebo lúč svetla.
5. Žiaci chápu farbu predmetu ako jeho vlastnosť, ako niečo, čo predmet má nezávisle od farby svetla.
6. Človek na videnie potrebuje vidieť zdroj svetla.
7. Pre videnie nie je potreba, aby zdroj osvetľoval pozorovaný predmet.

Vyššie uvedené žiacke predstavy zistené pomocou pojmových máp sú v súlade s niektorými žiackymi prekonceptami, ktorých výskyt uvádzajú Mandíková a Trna (2011, s.167-188):

1. Svetlo sa nešíri príliš ďaleko od zdroja, hlavne cez deň.
2. Svetlo je stotožňované s jeho zdrojom.
3. Malé deti nespojujú oko a objekt, staršie deti uvažujú o videní ako o „prechode z oka k objektu“
4. Svetlo ide najprv k oku a potom na predmet.
5. Svetlo osvetľuje predmety ale nie je potrebné, aby pokračovalo od predmetu k oku.
6. Vidíme očami
7. Farba je prirodzená vlastnosť objektu. Svetlo nám pomáha objekt vidieť.
8. Oči vidia farbu predmetu, nie odrazené svetlo.

Na základe porovnania výsledkov tohto výskumu a výsledkov práce Mandíkovej a Trnu je možné povedať, že pojmové mapovanie je vhodným nástrojom na odhaľovanie žiackych predstáv v školskej praxi. Na zistenie ďalších predstáv by bolo potrebné, aby žiaci tvorili pojmové mapy s inou ohniskovou otázkou.

Zoznam obrázkov

Obrázok 1 Príklady výzoru pojmových máp typu (a) pavúk, (b) reťaz, (c) sieť (Keppens, Hay, 2008).	9
Obrázok 2 Ukážka vyjadrenia väzby pojmov zdroj svetla a lúče svetla 1	16
Obrázok 3 Ukážka vyjadrenia väzby pojmov zdroj svetla a lúče svetla 2	17
Obrázok 4 Ukážka väzby pojmov zdroj svetla a lúč svetla bez slovného opisu	17
Obrázok 5 Ukážka väzby medzi pojмами pozorovaný predmet a pozorovateľ 1.....	18
Obrázok 6 Väzba pozorovaný predmet a pozorovateľ 2	18
Obrázok 7 Ukážka väzby medzi pojмами farba predmetu a pozorovaný predmet.....	19
Obrázok 8 Ukážka väzby medzi pojмами tieň a lúče svetla 1	20
Obrázok 9 Ukážka väzby medzi pojмами tieň a lúče svetla 2	20
Obrázok 10 Ukážka väzby medzi pojмами zdroj svetla a lúče svetla	24
Obrázok 11 Ukážka znázornenia väzby medzi pojмами pozorovaný predmet a pozorovateľ 1	25
Obrázok 12 Ukážka znázornenia väzby medzi pojмами pozorovaný predmet a pozorovateľ 2	25
Obrázok 13 Ukážka väzby medzi pojмами pozorovaný predmet a farba predmetu.....	25
Obrázok 14 Ukážka väzby medzi pojмами lúč svetla a farba svetla 1	26
Obrázok 15 Ukážka väzby medzi pojмами lúč svetla a farba svetla 2	26
Obrázok 16 Ukážka väzby medzi pojмами pozorovateľ a zdroj svetla	27
Obrázok 17 Ukážka väzby medzi pojмами pozorovateľ, zdroj svetla a pozorovaný predmet	27

Zoznam tabuliek

Tabuľka 1 Typ mapy a jej početné zastúpenie v pojmových mapách prvého cyklu.....	15
Tabuľka 2 Početnosť pojmových máp podľa počtu identifikovaných väzieb medzi pojмами v prvom cykle výskumu.....	15
Tabuľka 3 Frekvencia výskytu jednotlivých vzťahov prvého cyklu	16
Tabuľka 4 Početnosť pojmových máp podľa počtu identifikovaných väzieb medzi pojмами v druhom cykle výskumu.....	23
Tabuľka 5 Prehľad centrálnych pojmov v jednotlivých pojmových mapách.....	23
Tabuľka 6 Počet hierarchických úrovní	24
Tabuľka 7 Frekvencia výskytu jednotlivých vzťahov druhého cyklu.....	24

Použitá literatúra

- Harusová, H. 2011. *Ako aktivizujúco vyučovať odborné predmety*. Bratislava: Metodicko-pedagogické centrum, 2011. 62s. ISBN: 978-80-8052-396-1
- Haverlíková, V. 2013. *Alternatívne predstavy žiakov vo fyzikálnom vzdelávaní*. Bratislava: Knižničné edičné centrum FMFI UK, 2013. 85s. ISBN: 978-80-8147-005-9
- Held, E. 2012. *Sú chyby v prírodných vedách a v prírodovednom vzdelávaní prípustné?*. In: *Błędy w nauczaniu przedmiotów przyrodniczych*, [online]. 2012 [cit. 2020-9-14]. s. 26-30
- Kalaš, I. a kol. 2011. *Ďalšie vzdelávanie učiteľov základných škôl a stredných škôl v predmete informatika: Základy pedagogického výskumu*. Bratislava: Štátny pedagogický ústav, 2011. 40s. ISBN: 978-80-8118-082-8
- Keppens, J. – Hay, D. 2008. *Concept map assessment for teaching computer programming*. In: *Computer Science Education*, [online]. vyd. 18, č. 1, 2008 [cit. 2020-9-13]. s. 31-42. Dostupné na: <https://www.researchgate.net/publication/250888358_Concept_map_assessment_for_teaching_computer_programming>
- Kimáková, K. 2008. *Úvod do štúdia didaktiky biológie*. Košice: Univerzita Pavla Jozefa Šafárika, 2008. 151s. ISBN: 978-80-7097-710-1
- Mandíková, D. – Trna, J. 2011. *Žakovské prekonceptce ve výuce fyziky*. Brno: Paido, 2011. 245s. ISBN: 978-80-7315-226-0
- Mokrý, A. 2015. *Pohľad na učebnicu biológie pre 5. ročník základnej školy z perspektívy konceptuálnych zmien prírodovedných predstáv žiakov*. In: *Pedagogika.sk*, [online]. vyd. 6, č. 3, 2008 [cit. 2020-9-14]. s. 176-195. Dostupné na: <<http://www.casopispedagogika.sk/rocnik-6/cislo-3/studia-mokra.pdf>>
- Novak, J. D. 2006. *The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct and Use Them*. 2006 [cit. 2020-9-12]. Dostupné na: <<http://cmap.ihmc.us/publications/researchpapers/TheoryUnderlyingConceptMapp.pdf>>
- Prokša, M. 2007. *Pojmové mapy ako výskumný a diagnostický prostriedok v chemickom vzdelávaní*. In: *Inovačné trendy v prírodovednom vzdelávaní*. [online]. 2007 [cit. 2020-9-12]. s. 98-101. Dostupné na: <<https://pdf.truni.sk/zborniky/itpv-2007/Proksa.pdf>>
- Schubertová, R. – Bednárová, M. 2018. *Využitie pojmového mapovania pri skúmaní predstáv žiakov a študentov o prepojení orgánových sústav*. In: *Scientia in educatione*, [online]. vyd. 9, č. 1, 2008 [cit. 2020-9-12]. s. 104-121. Dostupné na: <<https://ojs.cuni.cz/scied/article/view/999>>
- ŠPÚ, 2015. *Štátny vzdelávací program pre gymnáziá*. 2015 [cit. 2020-9-12]. s. 18. Dostupné na: <https://www.statpedu.sk/files/articles/dokumenty/inovovany-statny_vzdelavaci_program/statny_vzdel_program_pre_gymnazia.pdf>