

„TO JE AKO ZÁZRAK PRÍRODY“: FOTOSYNTÉZA V ŽIAKOVOM POŇATÍ

Ľubica Osuská, Branislav Pupala

Kľúčové slova: Žiakovo poňatie učiva, diagnostika, fotosyntéza, fenomenografický rozhovor, typy výpovedí.

Anotácia: Identifikácia žiakovo poňatia učiva poukazuje na zložitost' vzťahov medzi žiakom a prezentovaným učivom. Príspevok vo všeobecnejšom kontexte sprostredkúva zistenia o chápaní učiva o fotosyntéze žiakmi 3. ročníka gymnázií, získaných metódou rozhovoru v zmysle fenomenografických prístupov.

V: A čo sa vlastne deje, keď rastlina fotosyntetizuje?

Ž: No... rastlina prijíma energiu.

V: A je nejaký rozdiel medzi prijímaním energie rastlinou a tebou?

Ž: No... chloroplasty my nemáme a tie sa menia v rastline na inú energiu... energiu chemických väzieb.

V: Chloroplasty sa menia? A ako je to možné?

Ž: No... to je ako zázrak prírody.

(Andrea, 3. roč. gym.)

Úvodný výňatok dialógu pripomína, či akoby vlastne bol, celkom banálnou situáciou vo vyučovaní. Bud' situáciou, keď sa učiteľ pri skúšaní snaží vytiahnuť aspoň aké-také spomienky žiaka na nedávno prebraté učivo o fotosyntéze, ktorý, kto vie z akého dôvodu, evidentne tému nezvládol. A už len tým, že je posúvaný otázkami, beznádejne smeruje na breh neúspechu. Môže tiež byť situáciou, takpovediac štandardného - tzv. spätnoväzbového dialógu medzi učiteľom a žiakom, v ktorom sa učiteľ snaží zachytiť mieru pochopenia takej kľúčovej témy biologického učiva, akou fotosyntéza nepochybne je. Žiaľ! s neslávny koncom, v ktorom je zrejmé, že vedomie žiaka síce zachytáva tematicky relevantné slová, avšak v bezvýznamovej a bezobsažnej rovine. To je typickým rudimentárnym fragmentom - efektom

toho, o čom sme zvyknutí hovoriť ako o formálnom osvojení poznatkov alebo o učení bez porozumenia. Ten napokon v našom konkrétnom prípade dospel - zo strany žiaka, ktorý chce, resp. musí vyhovieť tlaku učiteľových otázok - do smutnokrásneho a romantického vyústenia príbehu o tom, ako sa chloroplasty, v kauzálnnej väzbe na nič menšie ako čarovnú moc prírody, zázrakom menia na energiu chemických väzieb.

Konštatovanie smutnokrásneho vyústenia by sme dokonca nemuseli považovať za vyjadrenie sentimentálne, ironizujúce, či takmer metaforické. Zdá sa, že môže byť i pre podstatu toho, čo sledujeme, celkom užitočné, resp. východiskovo vysvetľujúce. Spojenie, tak ako aj samotné výpovede žiaka v dialógu, majú dva aspekty: Aspekt pesimistický („smutný“), ktorý odkazuje buď k márnosti snahy školy, ktorá sa minula svojmu očakávaniu, alebo k zlyhaniu žiaka, kvôli ktorému očakávanie nebolo naplnené. A aspekt snád' optimistickejší - prinajmenšom zaujímavý („krásny“) v tom, že nám dovoľuje nahliadnuť do veľmi konkrétnych štruktúrnych prvkov poznania žiaka, ktoré v príslušných situáciách môžu vytvárať v podstate až prekvapujúce, určite však nie zavrhnutiahodné a bezcenné kombinačné celky.

Samozrejme môže byť diskutabilná otázka rovnocennosti či pomernej významnosti

spomenutých dvoch aspektov. V pozícii snáď najviac učiteľa, alebo aj niekoho iného, zodpovedného a zodpovedajúceho za kvalitu plnenia úloh školského vzdelávania (napr. riaditeľa školy, inšpektora, metodika, či dokonca aj tvorca učebnice), rameno váhy významnosti celkom opodstatnene klesá v prospech aspektu prvého. V škole totiž ide o to - žiakov naučiť. Naučiť čo možno najlepšie, čo znamená, aby žiakovo poznanie konvergovalo (alebo lepšie - reprezentovalo) s povedaným, napísaným - prostre nejakým spôsobom a nie inak ako vedecky správne reprezentovaným. Odklon od takejto samozrejmej požiadavky vlastne znamená negatívnu odchýlku od úspešnosti vzdelávacej činnosti - tak žiaka, ako aj, za istých okolností, učiteľa, resp. školy.

Ako výskumníci si však azda môžeme dovoliť zvýšiť hmotnosť závažia na druhom ramene váhy a pri pohľade na vzdelávacie procesy (presnejšie procesy učenia sa) zohľadniť popri vonkajších nárokoch na žiaka aj unikajúci aspekt jeho subjektivity. A to nie preto, že by sme sa z vlastnej pozície, ktorá by nám dovoľovala uniknúť od pragmatických problémov školy, chceli dištancovať od toho, čo je pre ňu podstatné. Práve naopak. Môžu nás priamo motivovať argumenty, problematizujúce tak tradíciou zachovávaný stereotyp jednosmerných vzťahov medzi vzdelávacími obsahmi a žiakmi, ako aj vzťah medzi fiktívnou a reálnou rozvojatvornou hodnotou obsahov. Vtedy predpoklad, že zvýraznenie, alebo v tejto etape aspoň uvedenie si fenoménu „subjektívne deštruktívneho vkladu“ žiaka do prijímaných obsahov, je vyjadrením nádeje na poodkrytie príčin skratov v týchto vzťahoch. Ale tiež celkom konkrétne, v nadväznosti na konštruktivistické didaktické postupy, ktoré priamo stavajú na manifestácii osobných hľadísk žiakov, sa záujem o subjektívnu obsahovú výstavbu poznania vôbec nezdá byť irelevant-

ný, čisto akademický a už vôbec nie kontra-produktívny.

Existuje teda viacero dôvodov, ktoré môžu celkom vážne motivovať k hlbšiemu štúdiu fenoménu, označovaného aj ako žiakovo poňatie učiva (Marcš - Ouhřabka 1992). Na tomto mieste sa pokúsime v širšom kontexte prezentovať časť z našich výskumov v tejto oblasti, ktorá v ilustračnej polohe zabíha ku klúčovému biologickému pojmu - k fotosyntéze. No aj napriek tomu, že téma odkazuje skôr do oblasti jednej z odborových didaktík, chceli by sme dúfať, že konkrétny výskumný produkt môže stať povedľa azda ešte závažnejších širších otvárajúcich sa všeobecno-pedagogických a metodologických otázok a hľadísk.

K niektorým možnostiam diagnostiky

Technik, či spôsobov identifikácie žiackeho chápania javov, žiackych predstáv, či konkrétnejšie žiakovo poňatia učiva, existuje samozrejme viacero. V našich výskumoch (napr. I. Osuská 1995, B. Púpala 1994) sme doposiaľ pracovali s testami s voľnou tvorbou odpovedí, pojmovými mapami, dvojúrovňovými testami, fenomenografickými rozhovormi a projektívnymi technikami. Napr. práve v súvislosti s učivom o fotosyntéze boli použité prvé štyri z uvedených diagnostických metód, ktoré v stručnosti pripomenieme.

Test s voľnou tvorbou odpovedí je špecifickým druhom testu, ktorého položky možno v podstate prirovnáť k úlohám problémového charakteru. Žiak si spravidla nevyberá zo žiadnych možností, ale sám tvorí odpovede, uvádza svoje názory, úvahy na predložený problém. Iniciačnej funkcii otázok zodpovedá ich vlastná štylizácia, napr. typu *Čo myslíš... Popíš svoju predstavu o..., Prečo sa tak deje... Čo predpokladáš, že by sa stalo, keby...* a pod.

Ďalšiu z možností predstavuje analýza **pojmových máp**, ktoré sa z hľadiska prístupového zamerania k skúmaniu poznania žiaka (podľa J. Leach et al. 1995) dajú vnímať v dvoch polohách: konceptuálnej a fenomenologickej. Prvá zohľadňuje a hodnotí štruktúru poznatkov žiakov. Podstata tvorby pojmovej mapy v tomto prípade spočíva v tom, že žiak sa pri učení z textu, výkladu alebo i priamej činnosti snaží o to, aby sa prezentované prvky učiva neučil mechanicky, separovane, ale aby ich zakomponoval do toho, čo už vie. Teda rozširoval, resp. štrukturoval vlastnú sieť poznatkov so zohľadňovaním hierarchizácie prvkov v nej. Uvedenému procesu napomáha práve „zviditeľňovanie“ prostredníctvom vytvárania náčrtkov, schém, pojmových máp, kde vytvorenie pojmovej mapy je súčasne vstupom k žiakovej štruktúre poznatkov. Hoci v tomto prípade pojmové mapy vizualizujú aktuálne žiakové chápanie učiva, nie je možné pomocou nich vniknúť do významovo hlbších aspektov obsahu poznania. Môžeme sa však azda domnievať, že vytvárajú aspoň opornú bázu zmyslupnejšieho učenia sa žiaka. Pri druhom prístupe (fenomenologickom) sa s hodnotením pojmovej mapy spája vedenie rozhovoru s autorom mapy, kedy sa podchycujú dynamické a vzťahové aspekty štruktúry poznania. Tým sa vytvára plastickejší obraz jeho individuálnej významovej hierarchizácie.

Špecifickou diagnostickou metódou sú **dvojúrovňové testy** (two - tier multiple choice instrument). Sú zostavené tak, že žiak voľbu odpovede na 1. úrovni navyše ešte zdôvodňuje výberom z vysvetľujúcich téz (2. úroveň). Tvorba zdôvodňovacích tvrdení sa pritom viaže na vopred získané žiacke výpovede. V našich výskumoch sme pri konštrukcii testov postupovali podľa D. F. Treagusta (1986) s tým, že sme žiakom ponechávali ešte možnosť doplnenia vlastnej odpovede.

V príspevku sa podrobnejšie venujeme výsledkom, ku ktorým sme dospeli metódou, ktorá tým, že sa vzťahuje k prístupom tzv. fenomenografie, sa označuje ako **fenomenografický rozhovor**. Fenomenografické rozhovory, ktoré sa priradujú k výskumným metódam kvalitatívneho zamerania, umožňujú identifikovať kvalitatívne odlišné spôsoby, akými ľudia chápu, vysvetľujú, alebo zdôvodňujú javy, deje v realite sveta (pozri napr. F. Marton 1981). Pritom je možné dopracovať sa k určitej typologizácii identifikovaných predstáv, pretože sa zdá, ako uvádza L. Renström et al. (1990), že existuje obmedzený počet kvalitatívne odlišných spôsobov, akými sa nejaký jav chápe.

I v literatúre (napr. Patton 1990) sa konštatuje, že časová náročnosť i obsahová hĺbka rozhovoru umožňujú (resp. dovoľujú) prostredníctvom neho realizovať výskum v malej skupine žiakov, pričom je dôležité dodržiavanie určitých pravidiel:

- Už samotná atmosféra priebehu rozhovoru je významným prvkom, ktorý môže do značnej miery ovplyvniť jeho výsledky. V našich výskumoch sme sa snažili v čo najväčšej miere odfiltrovať pocit stiesnenosti a neistoty u žiakov. Bolo nevyhnutné, aby sa žiak cítil príjemne a hovoril otvorene, bez zábran a pocitu možného ohrozenia. Išlo totiž o to, aby spontánne povedal to, čo si o jave myslí, ako ho vníma, chápe. Žiakom častokrát stačil prísľub, o ktorý sami žiadali, že ich učiteľ nebude z rozhovoru nič počuť (!).

- Rozhovor nie je vopred štruktúrovaný. Súbor dopredu pripravených otázok tvorí len orientačnú dejovú líniu. Dialóg, ktorý sa rozvíja vzápätí, je viac-menej typický a neopakovateľný pre každý skúmaný prípad. Do akej hĺbky sme sa v jednotlivých rozhovoroch dostali, záviselo len od odpovedí žiaka, čiže aj dĺžka trvania rozhovorov sa pohybovala v širšom rozpätí 45-90 minút.

Fotosyntéza v rozhovoroch

Tematicky zameriť rozhovory k žiakovmu chápaniu učiva o fotosyntéze môže o. i. primáť to, že toto učivo reprezentuje pomerne frekventované vlastnosti učiva ako takého: Na jednej strane je vecne obsahovo významné a spolu s tým aj (na strane žiakov) ťažko zvládnuteľné - z dôvodu vysokého stupňa abstrakcie prezentovaných faktov. Výskum, v rámci ktorého boli získané rozhovory (súčasne s použitím ďalších spomínaných metód), sa realizoval v rokoch 1993-1995. Rozhovorov sa zúčastnilo 22 žiakov tretích ročníkov gymnázií, zhromažďoval jeden mesiac po odučení príslušnej témy a išlo o zistenie toho, ako žiaci fotosyntézu chápu, interpretujú.

Podnetovú a kontextovú situáciu pre rozhovory tvorili dva školské pokusy k téme fotosyntéza:

1. Pokus, dokazujúci procesy fotosyntézy i dýchania vodných rastlín pomocou acidobázického indikátora citlivého na zmenu pH prostredia. Zmeny kyslosti prostredia sú sprevádzané farebnými efektami (spotrebúvaný oxid uhličitý ovplyvňuje pH prostredia, čo sa prejavuje zmenou zafarbenia vody zo žltej na modrú), ktoré umožňujú analyzovať situáciu a uvažovať o priebehu možných procesov. Žiak navyše mohol samostatne testovať indikátor v rozličných prostrediach, na základe čoho mohol posúdiť, aké procesy je v pokuse možno postihnúť.

2. Pokus, ponúkajúci prehľadnú evidenciu produkcie kyslíka vodnými rastlinami (uvoľňovanie bubliniek kyslíka z rezov a listov rastlín, ktoré sú osvetľované) za podmienok, ktoré sú pre fotosyntézu nevýhodné.

Oba pokusy, ktoré sa v obmenách bežne využívajú i v školskej praxi, vytvárali základný, východiskový interpretačný rámec, v ktorom žiak vyjadroval svoje predstavy.

Celkovo išlo o zachytenie štyroch témotvorných aspektov poznania:

1. Či je žiak vôbec schopný v zostavenom experimente postrehnúť, za akým účelom je zostavený, k akému problému sa vzťahuje.

2. Ako žiak charakterizuje fotosyntézu, resp. čo pod týmto stavom rozumie.

3. Ako popisuje a vysvetľuje si mechanizmus procesov fotosyntézy.

4. Ako svoje poznatky transformuje v špecifických aplikačných kontextoch.

Úvod rozhovorov sa odvíjal od otázok: „Čo myslíš, aký problém tento pokus môže riešiť? Čo sledujeme v tomto pokuse? Čo myslíš, že by sa stalo, keby...? V ďalších častiach sa rozhovor tematizoval takými typmi iniciačných otázok (odrážajúcich k inému smeru), ktoré by sme mohli nazvať aplikačné: napr. „Všetky živé organizmy využívajú kyslík. Čo myslíš, nemôže sa minúť?“ „Človek potrebuje k životu potravu. Čo je potravou pre rastliny?“ Ako sme očakávali, rozhovor vždy nabral smer viac-menej neopakovateľný v závislosti od toho, čo bolo pre žiaka inšpirujúce, resp. o čom sám chcel rozprávať. Do priebehu rozhovoru sme spravili aktívne nevstupovali v tom zmysle, že by sme žiakovi podsúvali odborné relevantné slová, informácie a pod. Každý rozhovor sme nahrávali a následne vyhotovili jeho písomný prepis. Záznamy rozhovorov sme analyzovali a spracovali prípad po prípade.

Analýza rozhovorov - - typy výpovedí

Základným výsledkom sondy je zostavenie typov žiackych výpovedí, kde sa grupujú výpovede na základe vnútornej koherentnosti (inkoherentnosti), miery zmysluplnosti a ich vzťahu k objektivizovanej vedeckej interpretácii. Z rozboru všetkých výpovedí vyplynulo ich rozvrstvenie do piatich typov:

1. mylne štruktúrovaná,
2. dogmatická,
3. naivná,
4. vedecky akceptovateľná,
5. iný typ výpovede.

V pôvodnej typológii uvažujeme o šiestich typoch, kde ako šiesty typ vystupuje - výpoveď žiadna, o čom je treba uvažovať, ak pristupujeme k ich kvantifikácii. Z kvalitatívneho hľadiska je táto položka svojim spôsobom diskutabilná v tom zmysle, ak kladieme otázku, či žiadna výpoveď, resp. výpoveď charakteru „*neviem, nerozumiem tomu*“ je výpoveďou. Je však možné - ak nie isté, že vzhľadom na učivo aj fenomén žiadnej výpovede žiaka má špecifickú výpovednú hodnotu a teda je svojim spôsobom výpoveďou.

Mylne štruktúrované výpovede

Ak sa vrátíme k ukážke z rozhovoru v úvode príspevku, zistíme, že to, čo Andrea v súvislosti s fotosyntézou eviduje, je pojem energia. Vedela, že fotosyntéza je určite niečo, čo sa spája s energiou a nejakou jej premenou. Myslí si, že fotosyntéza prebieha vďaka premene chloroplastov na inú energiu, energiu chemických väzieb. Je to typická mylná predstava, vzniknutá na základe neadekvátnej štruktúrácie zachytených informácií. Za pomenovaním tohoto typu výpovedí teda stojí tak genéza ich vzniku, ako aj ich obsahová podstata. To nám napokon umožnilo zreteľnejšie odlíšiť ich od naivných výpovedí, ktoré vo svojej obsahovej podstate sú síce tiež mylné, majú však tú odlišujúcu vlastnosť, že sú vnútorne relatívne súdržné.

Mylne štruktúrované výpovede potom predstavujú neadekvátne „spracované“ vedecké informácie. V kontexte prirodzeného jazykového prejavu žiaka sú tiež nápadné tým, že žiakova verbálna konštrukcia výpovede je

nepresvedčivá, dokonca aj pre žiaka samotného, ktorý sa pri jej prezentácii dostáva do stavu neistoty, nedôvery v seba samého.

I z ďalšieho rozvíjania rozhovoru s Andreou sa ukázalo, že z informácii, ktorými disponuje, skladá mozaiku odpovedí, ktorá v konečnom dôsledkom nemôže tvoriť predstavu s vnútorne koherentnou štruktúrou. Mylne štruktúrované výpovede sú potom skôr konglomerátom náhodne vytvorených interpretácií.

Pri rozhovore s Katkou tiež možno vidieť obdobný mechanizmus vzniku mylne štruktúrovaných výpovedí, kedy sa spájajú informácie tematicky síce relevantné, avšak neadekvátne kombinované:

V: Vedela by si popísať, aký je mechanizmus procesov, ktoré si nazvala fotosyntéza?

Ž: No, v tme sa nič nedeje. Všetko to beží cez svetlo.

V: Čo všetko?

Ž: Tok svetla... prechádza ďalej do mitochondrií a tam nastáva syntéza glukózy.

V: Takto by sa dali podľa teba stručne popísať tieto procesy?

Ž: No... vcelku áno.

Katka evidentne vníma mechanizmus procesov fotosyntézy veľmi zjednodušene, kde redukované do popredia vystupujú súvislosti s dianím pri svetle a bez neho. Mylne spája svetelnú fázu procesu fotosyntézy s dejom, prebiehajúcim v mitochondriách. Zdá sa, že chloroplasty a chlorofyl jej nič nehovoria a pravdepodobne sa namiesto nich vo výpovedi objavujú mitochondrie.

Rozvíjanie ďalších súvislostí na úrovni tohoto typu výpovedí často dovádza uvažovanie žiakov do slepých uličiek. Napr. tak, ako u Katky, kde sa napokon ukázalo, že mitochondrie neboli len jednoduchou slovnou zámenou chloroplastov:

Ž: Rastlina prijíma slnečnú energiu.

V: Vedela by si mi bližšie popísať, čo sa tam vlastne potom deje?

Ž: *No, to svetlo vo fotóne sa prieduchmi dostáva do listu.*

V: *Katka, kde sú umiestnené prieduchy?... napríklad na týchto listoch javora.*

Ž: *Na spodu listu.*

V: *...tak, a ako sa tam to svetlo dostalo?*

Ž: *Jáj, ako ono to svieti zvrchu, tak to teda neviem... No, nejako sa to tam dostáva, ale...*

Obsahovo je zaujímavý opakované zachytený fenomén, súvisiaci s predstavou o energii, kedy si žiaci nedokážu predstaviť vstup slennej energie do listu inak, len ako cez prieduch - teda cez otvor. Energia má teda akúsi zvecnenú podobu. Svojím charakterom sa táto predstava už manifestuje skôr ako naivná výpoveď, ktorá v prípade Katky efektne narazila na epistemologickú prekážku.

Dogmatické výpovede

Tento typ grupuje výpovede, v ktorých evidujeme (re)produkcii faktov tak, ako boli prezentované, avšak bez subjektívneho vkladu uvažovania, posudzovania, zdôvodnenia. Často ide o replikáciu definícií, čo sa však deje evidentne na úrovni „vysypávania“ verbálnych reťazcov, bez chápania zmyslu. Napr.:

V: *Čo rozumieš pod pojmom fotosyntéza?*

Ž: *Je to premena neústrojných látok na ústrojné u zelených rastlín. Za svetla a oxidu uhličitého vzniká glukóza a kyslík. A musí tam byť aj voda.*

V: *Vieš mi to bližšie vysvetliť?*

Ž: *... (ticho)*

V: *Kedy budú teda rastliny fotosyntetizovať?*

Ž: *No,... tuším je treba slnko, pôdu a ešte oxid uhčitý...*

(Milan)

Z prepisu rozhovorov s týmto typom výpovedí (a ešte omnoho viac z počutia ich dikcie a intonácie) hneď evidujeme, že žiak reaguje na úrovni mechanizmu spustenia

nacvičenej reakcie na známu podnetovú situáciu, kedy odrecitúva definíciu. Vzápätí, keď je otázka postavená inak, pričom ani nejde o pozmenenie kontextu, jednoducho zisťuje (me), že nechápe zmysel predtým vysloveného, a v situácii, ktorá by si vyžadovala len „prerozprávanie“ už vyjadrenej definície, v podstate zlyháva. Žiadna výpoveď však z hľadiska celkového posúdenia výpovede žiaka nemohla byť označená ako dogmatická.

Naivné výpovede

Predstavujú typ výpovedí, kde žiak produkuje seba zrozumiteľnú, vnútorne koherentnú koncepciu, teóriu, ktorá síce nie je zlučiteľná s vedeckou interpretáciou, ale pre žiaka je vysvetľujúca a evidentne jej verí. Napr.:

V: *Čo myslíš, o čo ide v tomto pokuse?*

Ž: *Pozorovali sme rastliny vo svetle a v tme. V prostredí obohatenom o oxid uhčitý.*

V: *A čo si pozoroval?*

Ž: *Na svetle rastlina predýchava oxid uhčitý a vyrába (!) fotosyntézu, kyslík.*

V: *A čo sa deje počas tmy?*

Ž: *... v tme prebieha len v malom množstve dýchanie, lebo je tam len málo kyslíka. Za tmy rastlina dýcha kyslík, ale je to ťažké, lebo je ho málo.*

V: *Čo vlastne dýcha rastlina?*

Ž: *No, za svetla oxid uhčitý a za tmy kyslík.*

(Juraj)

Ukážka z rozhovoru s Jurajom ilustruje v spojení naivné i mylné výpovede. Žiak prezentuje dosť frekventovanú predstavu o fotosyntéze, ako o fenoméne, ktorý sa v rastline vyrába. Juraj tiež veľmi svojsky popisuje procesy dýchania. Posledná otázka viac posilnila mylný aspekt naivnej výpovede, čo sme zachytávali opakovanne u viacerých žiakov: žiaci majú mylnú predstavu

o dýchaní. Domnievajú sa, že rastlina cez deň (za svetla) dýcha oxid uhličitý a v noci (za tmy) kyslík, čo je pravdepodobne ich teória o tom, že akákoľvek výmena plynov (kyslíka a oxidu uhličitého v oboch smeroch) prostredníctvom rastliny je dýchaním. K tomu sa s veľkou pravdepodobnosťou viaže interpretácia fotosyntézy ako produktu a nie ako procesu.

Ďalšiu ukážku uvádzame ako príklad svojskej, obsahovo veľmi pozoruhodnej naivnej výpovede, akých by sme pri tomto type výpovedí mohli objaviť viac:

Ž: Ja si myslím, že rastliny vo vode dýchať nemôžu.

V: A suchozemské?

Ž: No, to je iné, tie dýchajú kyslík, aby mohli žiť.

V: Ale ako môže žiť rastlina bez kyslíka? Ved si povedal, že kyslík je potrebný k životu.

Ž: ... (ticho)

V: A ty potrebuješ kyslík?

Ž: Áno... ale to je iné.

V: V čom iné?

Ž: My sme ľudia...

(Martin)

Okrem toho, že jednoducho odhalíme neadekvátnu interpretáciu dýchania, začína byť rozhovor zaujímavý tam, kde opúšťa bezprostredný rámec tematiky fotosyntézy a dýchania rastlín a dostáva sa do polohy, možno povedať fundamentálnejšej, kedy Martin začína rozvíjať svoj vlastný koncept života - teda toho, čo znamená „žiť“, byť živým“. Pozoruhodná je najmä odbočka rozhovoru, ktorá nám ukázala, v akej rovine sa objavuje subjektívny významový kontext sledovaných biologických javov, ktoré sa v iných (užších, bezprostredne sa vzťahujúcich) interpretačných rámcoch zdajú byť predsa len dosť strohé a sterilné. V každom prípade, i napriek tomu, že sa rozhovor nerozvinul do väčšej hĺbky, je pre nás do budúcnosti silne inšpirujúci.

Vedecky akceptovateľné výpovede

Ide o výpovede, kde žiak disponuje vedecky akceptovateľným vysvetlením, resp. takým, ktoré je v zásade v súlade s vedeckou interpretáciou. Napr.:

V: Čo myslíš, o čo ide v tomto experimente?

Ž: Ja som presvedčený, že je to pokus na dôkaz fotosyntézy.

V: Ako si sa o tom presvedčil?

Ž: Po prvé, je tu zdroj svetla. Potom rastlina, a tá má listy, má vyvinuté niečo také, že si môže premieňať sama za pomoci svetelnej energie látky na jej vlastné. Tá svetelná energia sa premieňa na chemickú a tú potom využívajú ďalej.

V: Ako môžu rastliny využívať svetelnú energiu?

Ž: Rastlina má vyvinuté také farbivá a nimi dokáže zachytávať svetelnú energiu a premieňať ju ďalej.

V: Kde sa nachádzajú tie spomínané farbivá?

Ž: V takých špeciálnych útvaroch. Chloroplastoch.

(Ivan)

Žiak veľmi pohotovo, zmysluplne, prirodzene, komplexne a výstižne analyzoval pokus, ktorý mal popísať. Nerobilo mu najmenší problém zareagovať na akúkoľvek otázku a o svojom názore bol hlboko presvedčený. Tento typ výpovede je skutočne ojedinelý. Skôr sme sa v rozhovoroch stretávali so žiakmi, ktorých výpovede často v sebe skrývali otáznik, spravidla v nich bolo cítiť väčšiu, či menšiu dávku neistoty, spájajúcu sa tiež skôr s dohadmi ako s presvedčeniami.

Typ - iné výpovede

Je tvorený heterogénnymi výpovedami, v ktorých žiaci unikajú od podstaty témy, reagujú značne odľahčito, resp. dostá-

vajú sa mimo kontextuálneho rámca otázky. Napr.

U: Za akých podmienok prebieha fotosyntéza?

Ž: No, fotosyntéza je premena energie z ústrojných látok na neústrojnú....

(a pod.)

„Stabilita“ výpovedí žiaka

Okrem rozvrstvenia interpretácií do vyššie spomínaných typov výpovedí stojí za povšimnutie sledovať, ako sa u žiaka mení typ interpretácie toho istého javu v súvislosti s odlišnosťou podnetových situácií. Je to fenomén, ktorý, ako sa ukázalo, je v podstate pravidlom. A tak sa v rámci celého rozhovoru objavili u jedného žiaka aj tri - štyri rozličné typy výpovedí, viažúcich sa k tomu istému problému.

Teda okrem celkového posúdenia typových vlastností výpovede sme mohli zisťovať i stabilitu výpovedí, resp. to, ako sa žiakova konceptualizácia fotosyntézy vzťahuje k rôznym kontextovým situáciám, v ktorých sa žiak nanovo orientuje.

Sledujme vývin výpovedí v rozhovore so Zuzkou:

V: Zuzka, ako by si charakterizovala fotosyntézu?

Ž: Je to taký súbor procesov v rastline, kde dochádza k premene svetelnej energie. Vzniká kyslík a voda.

Zuzka podáva veľmi strohú a súčasne neúplnú charakteristiku, najmä vo vzťahu k podmienkam, za akých môže fotosyntéza prebiehať. Správne hovorí o súbore procesov v rastline, o tom, že dochádza k premene svetelnej energie. Skratkovitá redukcia pohľadu sa však odrazila v mylne štruktúrovanej predstave o produktoch týchto procesov. Pokračujeme preto ďalej, aby Zuzka špecifikovala svoje chápanie, aby sme mohli presnejšie zistiť, či sa len „neprekecla“ a snád len omylom namiesto sacharidov spomína vodu.

V: Kedy prebieha fotosyntéza?

Ž: Keď nie je príliš prudké svetlo. Tuším sú to nejaké vlnové dĺžky...No, a ešte sa tam musí dostať oxid uhličitý a voda.

V tejto situácii sa interpretácia Zuzky stáva vedecky akceptovateľnou, pričom rozhovor pokračuje ďalej, až sa dostávame k nasledujúcemu:

V: Zuzka, a ktoré zložky prostredia potrebujú rastliny na stavbu svojho tela?

Ž: Pôdu.

V: Pôdu... a ako je to s vodnými rastlinami?

Ž: No, aj tie musia byť nejakو uchytené.

Tematizácia fotosyntézy jej základným atribútom - výživou rastlín, ukazuje na náhly prechod k naivnému typu výpovede, prameniaceho z predstavy bezprostredného zdroja výživy (rastlín) z pôdy, teda priamo z vonkajšieho prostredia. Ide tu zrejme o konštrukciu, vzniknutú na báze zjednodušenia vzťahu medzi potravou a výstavbovým materiálom organizmu. Upresňujeme pokračovaním:

V: Človek potrebuje k životu potravu. Čo je potrava pre rastliny?

Ž: No hlavne voda a živiny z pôdy,... a vzduch.

Vztiahnutím rozhovoru k skúsenostne zrejmejšej kategórii - potrave, sa Zuzkina výpovedná produkcia významovo mení tak, že umožňuje jej výpoveď hodnotiť ako vedecky akceptovateľnú. Napriek tomu je však oprávnené zistenie, že významové pole potravy, výživy rastlín a výstavby ich tela, sa u Zuzky neštruktúruje fotosyntézou a jej výpovede k nosným okruhom sú vcelku skôr naivné.

Problém sledovania stability výpovede vo vzťahu k modifikácii podnetových situácií je teda reálny, no súčasne by si vyžadoval osobitnú výskumnú zameranosť. Vo vzťahu k jednotlivým okruhom problémov, ktoré sme sledovali, možno však s miernou

(myslíme však, že prijateľnou) dávkou schematizujúcej redukcie pre prezentované výskumné účely konštatovať, že každá výpoveď žiaka ako celok je, i napriek svojej vnútornej labilizácii, v konečnom dôsledku priraditeľná k jednému z uvádzaných typov. Sledovanie vnútorných obsahových vzťahov totiž predsa len umožňuje stanoviť nosnú typovú inklináciu vo vnútri tematicky homogénnych sekvencií rozhovoru.

Súhrnná kvantifikácia typov výpovedí

Tabuľka zachytáva percentuálny podiel jednotlivých typov výpovedí, získaných v rozhovoroch. Pripomenieme, že ich tematické sekvencie sa koncentrovali ku:

1. schopnosti identifikácie problému v experimente,
2. charakterizovaniu fotosyntézy ako javu,
3. mechanizmom fotosyntézy,
4. fotosyntéze v aplikatívnom kontexte.

Typy výpovedí vo vzťahu k základným tematickým sekvenciám (v %)

Tematické sekvencie				
Typy výpovedí	1	2	3	4
Žiadna	31,8	-	22,8	-
Mylné štruktúrovaná	31,8	45,5	36,3	63,6
Dogmatická	-	-	-	-
Naivná	-	9,0	27,3	22,8
Ved. akcept.	27,3	45,5	13,6	13,6
Iné	9,1	-	-	-

K uvedeným kvantitatívnym údajom len stručne: Azda najviac prekvapuje jednoznačný prímát mylné štruktúrovaných výpovedí

v porovnaní s ostatnými (od 31,8 do 63,6 %). Dovoľujeme si vysloviť odvážny, zatiaľ len predpoklad, že na ich výskyte sa významne podieľa veľké množstvo podrobných informácií, ktoré sa žiakom k téme fotosyntéza vo vyučovaní prezentujú (nepredpokladáme, že by nad vyučovaním prevládol priamo k tejto téme iný, silnejší informačný zdroj). Tieto informácie sú síce žiakmi evidované, avšak v ich kognitívnej organizácii nie sú významovo stabilizované. Vytvárajú potom informačný konglomerát, v ktorom spájanie jeho prvkov môže mať výraz v mechanizme tvorby a produkcií mylných predstáv (miskoncepcií).

O mnoho nižšie zastúpenie majú vedecky akceptovateľné výpovede. Ak ešte pri charakterizovaní toho, čo fotosyntéza je, zaznamenávame relatívne vysoký podiel tohoto typu výpovedí (45,4 %), k prudkému poklesu dochádza pri nutnosti interpretovať mechanizmus procesov (13,6 %) a orientovať sa v aplikatívnom kontexte (13,6 %). Vysvetlenie je vcelku priezračné: kým v prvom prípade ide v podstate o jednoduchý pohyb v priestore štandardných podnetových situácií, v druhom a treťom prípade je už nutný subjektívny vklad autora výpovede v procesoch zvažovania, zdôvodňovania a vlastnej orientácie v iných kontextuálnych podmienkach. Ten istý dôvod je tiež podpísaný pod tým, že v súvislosti s mechanizmami fotosyntézy a s aplikačnými otázkami sa objavuje vyšší podiel naivných výpovedí (27,3 % a 22,8 %). V nich je ale najviac zrejmä žiakova autenticita, vyplývajúca z nutnosti generovať vlastné myšlienkové obsahy, ktoré v tej či onej podobe majú tendenciu relatívnej vnútornej súdržnosti, koherencie.

V tabuľke možno prekvapuje absencia zaradenia dogmatických výpovedí. Ako sme už však spomínali pri charakterizovaní jednotlivých typov výpovedí, produkcia dogmatických výpovedí sa v súvislosti s dyna-

mikou rozvíjania rozhovorov spravidla spája s následným prudkým odklonom k iným typom. Prítomnosť tohto faktu sa napokon spája s charakterom použitej výskumnej metódy, ktorá v podstate vylučuje možnosť fixného zotrvania práve na takej výpovedi, akou je dogmatická. A určite nie je prekvapujúce, že sme ju zaznamenávali najmä ako prvú reakciu na iniciačnú otázku.

Záver

Zdá sa, že klasická interiorizačná schéma procesu poznávania je príliš jednoduchá na to, aby zdôvodňovala dosť výrazne diverzifikovanú škálu žiackych interpretácií učiva. Obzvlášť v tom prípade, ak sú identifikované tesne po fáze jeho prezentácie. Štruktúra subjektívnej kognitívnej organizácie žiaka nahráva potom skôr akceptovaniu apropriačných mechanizmov výstavby (tvorby) poznania. Tie svojím spôsobom revidujú i status chápania učiva žiakom.

Heterogénnosť žiackych výpovedí o fotosyntéze poukazuje tiež na to, že zhodnocovanie „ovládania“ učiva žiakmi na škole správne/nesprávne je vlastne ochudobňujúco rezistentné voči rôznej kvalite epistemologických podmienok, ktoré výpovede žiakov ponúkajú. To je však už tiež moment, zasahujúci pohľad na kritériá vzdelávacích efektov školovania.

V tejto súvislosti sa súčasne objavuje otáznik nad úsilím školy zabezpečiť komplexnosť poznania pomocou informačne veľmi podrobne elaborovaného učiva - hoci aj o zásadných, ťažiskových vedeckých kategóriách. (napr. aj „našej“ fotosyntézy). Niektoré vyústenia výskumnej sondy signalizujú, že možno aj tu sa dá hľadať zdroj pre vznik mylného chápania učiva, miskoncepcií.

Diagnostika žiakovho poňatia učiva prostredníctvom fenomenografických rozhovorov je prirodzene iba čiastkovým zachytením sledovaného fenoménu. V podmienkach

školskej praxe však tento prístup zvyhodňuje možnosť bezprostrednej „terapeutickej“ intervencie. Pre výskumné účely sa viaže na podmienky triangulácie interpretácii samotných výskumníkov, resp. v spojení, či súbežne s použitím ďalších relevantných výskumných techník, napr. (v prípade nášho výskumu) tých, ktoré sme vyššie uviedli v prehľade možností diagnostiky.

Literatúra:

- LEACII, J. - DRIVER, R. - SCOTT, P. - WOOD-ROBINSON, C.: Children's ideas about ecology I: theoretical background, design and methodology. *International journal of science education*, 17, 1995, č. 6, s. 721-732.
- MAREŠ, J. - OUIHABKA, M.: Žákovo pojetí učiva. *Pedagogika*, 41, 1992, č. 1, s. 83-94.
- MARTON, F.: Phenomenography - describing conceptions of the world around us. *Instructional science*, 1981, 10, s. 177-200.
- OSUSKÁ, L.: Identifikácia prírodovedných obsahov v štruktúre poznania žiakov (kandidátska dizertačná práca). Bratislava, PríF UK 1995.
- PATTON, M. Q.: Qualitative evaluation and research methods. Sage Publications 1990.
- PUPALA, B.: Konštruktivistické poňatie učenia a vyučovania na príklade výučby vlastivedy v 3. ročníku ZŠ (kandidátska dizertačná práca). Bratislava, PríF UK 1994.
- RENSTRÖM, L. - ANDERSSON, B. - MARTON, F.: Student's conceptions of matter. *Journal of educational psychology*, 82, 1990, č. 3, s. 555-569.
- TREAGUST, D. F.: Evaluating student's misconceptions by means of diagnostic multiple choice items. *Research in science education*, 1986, 16, s. 199-207.