

Oblikovanje fizikalnih psevdopojmov pri učencih

ZORAN PRIMORAC

POVZETEK

Namen študije je bil prikazati, kako se v strukturi znanja fizikalne teorije v srednješolskem pouku pojavljajo psevdopojmi kot nadomestila za ustrezne znanstvene pojme. Oblikovanje fizikalnega znanja se dosega pravzaprav z nadomeščanjem kompleksnega mišljenja s pojmovnim, oz. z nadomeščanjem psevdopojmov z dejanskimi pojmi, tako da ima odkritje funkcioniranja psevdopojmov v strukturi fizikalnega znanja izjemen pomen pri poučevanju.

Analiza odkriva zakonitosti nastajanja psevdopojmov, in sicer na dveh ravneh:

- nastanek psevdopojmov z generiranjem iz empiričnih pojmov
- nastanek psevdopojmov iz znanstvenega pojma

Za dokazovanje svojih trditev je avtor uporabil interpretativne teste znanja, ki so obsegali naslednja področja:

- mehanika
- nihanje in valovanje
- termodinamika
- elektrodinamika
- optika in atomska fizika

Testiranje je bilo opravljeno v obdobju 1990-1991, testirani pa so bili dijaki srednje šole in študenti (176 izpraševancev).

Osnovo pričujoče študije predstavljajo predvsem netočni odgovori in njihova kvalitativna analiza, kajti v tej skupini najdemo največ takih odgovorov, ki jih označimo kot psevdopojme.

Odkritje psevdopojmov in njihovega funkcioniranja ima pomembne pedagoške implikacije, ki pa presegajo sam kontekst fizikalne teorije.

ABSTRACT

FORMATION OF PHYSICAL PSEUDOCONCEPTS IN SECONDARY SCHOOL STUDENTS

The purpose of the study is to show how pseudoconcepts as substitutes for corresponding scientific concepts appear in the structure of physical theory knowledge in secondary school instruction. Since the expansion of physical knowledge is achieved by the substitution of conceptual thinking for complex thinking, that is by substituting

pseudoconcepts for real concepts, it is of exceptional importance to find out how pseudoconcepts function in the structure of physical knowledge.

The analysis identifies the laws governing the development of pseudoconcepts on two levels:

- *development of pseudoconcepts by generation from empirical concepts*
- *development of pseudoconcepts from a scientific concept.*

In order to demonstrate his point, the author used interpretative knowledge tests encompassing the following fields:

- *mechanics*
- *oscillation and undulation*
- *thermodynamics*
- *electrodynamics*
- *optics and nuclear physics.*

The tests were carried out in 1990-1991 on secondary school and university students (176 subjects).

The study is based on the incorrect answers and their qualitative analysis, since most of the answers that can be designated as pseudoconcepts are to be found in that group. The identification of pseudoconcepts and their functioning has significant pedagogical implications which go beyond the scope of the physical theory alone.

Ob preverjanju znanja fizike pri srednješolcih ter višješolcih ugotavljamo, da se pojavljajo odgovori, ki se lahko klasificirajo kot psevdopojmi in ne kot znanstveni pojmi. Karakteristika teh odgovorov je, da po vsebini niso resnični, po obliki pa so samovoljni. Psevdopojmi se ne oblikujejo na dejanskih in abstraktnih povezavah med deli, kot je to pri pojmi, ampak na konkretnih in slučajnih povezavah. S pomočjo terminologije Vigotskega lahko rečemo, da so ti odgovori produkt kompleksnega in ne pojmovnega mišljenja (glej L. Vigotski, 1). Natančnejša določitev fizikalnih psevdopojmov v razmerju do pojmov bo razvidna iz pričujoče analize.

Oblikovanje fizikalnega znanja se dosega pravzaprav z nadomeščanjem kompleksnega mišljenja s pojmovnim, oziroma z nadomeščanjem psevdopojmov z dejanskimi pojmi, tako da ima odkritje funkcioniranja psevdopojmov v strukturi fizikalnega znanja izjemen pomen pri poučevanju.

Naloga te analize je poskus registriranja fizikalnih pojmov, pridobljenih na srednješolskem nivoju; izhajamo iz naslednjih predpostavk:

1. Psevdopojmi se pojavljajo kot produkt kompleksnega mišljenja. Kompleksno mišljenje kot predpojmovno v smislu geneze prav tako obstaja v mišljenju odraslega človeka. Raziskave so pokazale, da v mišljenju adolescentov kompleksno mišljenje, v razmerju do pojmovnega, predstavlja dominantno obliko (podobno raziskavo je pri nas opravila Snežana Grbić, 2).

2. Interpretativni testi znanja, ki so bili opravljeni v obdobju 1990-1991 pri dijakih in študentih, so pokazali, da se v sklopu netočnih definicij znanstvenih pojmov pojavljajo odgovori, ki bi jih lahko okarakterizirali kot konstrukte kompleksnega mišljenja, t.j. kot psevdopojme.

Test je obsegal naslednja področja:

- mehanika (6 vprašanj, 20 podvprašanj)
- nihanje in valovanje (2 vprašanja, 7 podvprašanj)

- termodinamika (6 vprašanj, 19 podvprašanj)
- elektrodinamika (2 vprašanja, 7 podvprašanj)
- optika in atomska fizika (6 vprašanj, 18 podvprašanj).

Število vprašanj in podvprašanj s posameznih področij je določeno z ozirom na obsežnost teh področij v učnem načrtu za pouk fizike v srednji šoli. Skupno imamo 22 skupin vprašanj z 71 podvprašanji.

Vprašanja lahko razdelimo v dve skupini in sicer: prva skupina predstavlja poznavanje osnovnih elementarnih pojmov iz danih področij fizike (na primer: masa je..., teža je..., itd.); druga skupina vprašanj pa preverja znanje osnovnih zakonov iz danih področij (na primer: kako se glasi Ohmov zakon..., itd.). Druga skupina vprašanj zahteva prav tako interpretacijo teh zakonov v verbalni in formalni obliki, ki omogoča kvalitativno in kvantitativno analizo.

Takšen izbor vprašanj pogojuje dejstvo, da se osnovni pojmi in zakoni lahko le tako natančneje formulirajo ter da se lažje opravi klasifikacija točnih in netočnih odgovorov. Ker gre za elementarne in nujne pojme ter zakone za dana področja, je njihovo vrednotenje postavljeno na isto raven. Tak način raziskovanja poznavanja osnovnih pojmov in zakonov omogoča verifikacijo aktivnega znanja fizike.

Klasifikacija odgovorov je narejena na naslednji način: točni (T), netočni (N), neodgovorjeno (Bo) in delno točni odgovori (D).

Kvantitativna analiza je podana v odstotkovni vrednosti klasificiranih odgovorov z ozirom na skupno število možnih odgovorov. Za to analizo so kvantitativne vrednosti relevantne samo kot pomožne vrednosti. Števila tipov odgovorov se obravnavajo kot splošne določitve prisotnosti, na njih ne temelji bistvo pojasnjevanja, prav tako se iz njih ne izvajajo kakršnekoli prognozične vrednosti.

Kvantitativne vrednosti se pojavljajo kot pomožna slika razširjenosti danega tipa odgovorov na ustrezno vprašanje.

Kvalitativna analiza se nanaša na analizo bistva ali smisla odgovorov. V sklopu danega interpretativnega testa se nahaja skupina vprašanj, ki se nanašajo na definicije osnovnih fizikalnih pojmov. Izhajamo iz predpostavke, da utrjenost znanstvenega pojma pogojuje njegovo pravilno verbalizacijo. Res je, da verbalizacija znanstvenega pojma predstavlja nujen, toda ne tudi zadosten pogoj za njegovo uzaveščenost, toda to je dovolj, ker se kvalitativna analiza nanaša na netočne in delno točne odgovore.

Kot delno točne odgovore razumemo na primer definicije, ki obsegajo nek pojem v celoti. (Tako na primer od izpraševancev zahtevamo definicijo pojma "krajevni vektor", oni pa podajo definicijo pojma "vektor" kot splošnega pojma.)

Največji odstotek delno točnih odgovorov se nanaša na matematične relacije. Na primer: namesto da izpraševanec poda definicijo pojma sile, interpretira matematično relacijo, t.j. funkcionalno odvisnost med maso, silo in pospeškom ($F = m \cdot a$). (Pričakovana definicija: "sila je mera interakcije dveh ali več teles, oziroma vzrok spremembe stanja gibanja ali spremembe oblike telesa".) Ti odgovori so lahko posledica nerazumevanja vprašanja, t.j. izpraševanec ne razume, da se od njega zahteva definicija pojma. Drugi razlog, ki je verjetnejši, izhaja iz dejstva, da dani pojem ni splošno prisoten in zato se namesto njega pojavljajo matematično-fizikalne relacije kot nosilci pojma.

Netočni odgovori in njihova kvalitativna analiza predstavljajo osnovo pričujoče študije. Med netočnimi odgovori najdemo mnogo takih, ki jih lahko označimo kot psevdopojme. Odgovori so klasificirani po skupnem pomenu, tako da v tekstu najdemo vse take karakteristične odgovore. Grupiranje ob določenem tipu netočnih odgovorov

je mogoče zato, ker obstajajo neke splošne zakonitosti oblikovanja psevdopojmov. Naloga te analize je pravzaprav odkrivati zakonitosti nastajanja psevdopojmov.

Testiranje je bilo opravljeno v obdobju 1990-1991, testirani pa so bili dijaki srednje šole in študenti.

Testirane so bile tri skupine izpraševancev:

Prvo skupino (skupina A, testirana maja 1991) izpraševancev sestavljajo dijaki četrtega letnika Gimnazije "Maršal Tito" v Mostarju (42 kandidatov), ki so v sklopu izobraževanja imeli pouk fizike vsa 4 leta.

Drugo skupino (skupina B, testirana maja 1991) izpraševancev sestavljajo dijaki tretjega letnika Elektro in strojne šole v Mostarju (52 kandidatov). Fiziko kot učni predmet so imeli dve šolski leti.

Tretjo skupino (skupina C, testirana septembra 1990) izpraševancev sestavljajo študentje prvega letnika Fakultete za gradbeništvo v Mostarju (82 kandidatov). Ta vzorec izpraševancev je izbran zato, ker ta fakulteta sodi v skupino tehničnih fakultet, ki zahtevajo povprečno znanje in interes za naravoslovne znanosti, oziroma konkretno za fiziko. Večina izpraševancev je imela pouk fizike v prvih dveh letih srednjega izobraževanja.

Rezultati raziskave omogočajo analizo z vidika kvantitete in kvalitete srednješolskega pouka fizike.

Skupni rezultati, izraženi v odstotkih, so podani v tabeli.

Tabela 1
Skupni rezultati

SKUPINE	ODGOVORI	T	D	N	Bo
A		25,25	6,54	16,83	51,37
B		14,63	8,78	14,49	62,11
C		10,08	3,42	10,34	76,16

Kot smo lahko pričakovali (na osnovi obsega pouka fizike), je najboljše rezultate dosegla skupina A, t.j. izpraševanci iz gimnazije. Skupina B (Elektro in strojna šola) je po uspešnosti na drugem mestu, zadnja pa je skupina C (izpraševanci iz Fakultete za gradbeništvo v Mostarju).

ANALIZA REZULTATOV

Preden analiziramo netočne odgovore, moramo opozoriti na navzočnost empiričnih ali spontanij pojmov, ki jim pripisujemo določen pomen v oblikovanju psevdopojmov.

Definicija empiričnih pojmov, kot jo zastavlja Vigotski, pravi, da so to tiste oblike mišljenja ali tisti vidiki vsakodnevnih pojmov, ki se ne razvijajo v okviru sistema znanja, ki ga otroku daje pouk v šoli, ampak se oblikujejo v času njegovih praktičnih dejavnosti in v neposrednem stiku z okoljem. V razmerju do znanstvenih pojmov je verbalizacija empiričnih pojmov otežena ali celo odsotna, prav tako pa empirični pojmi ne morejo doseči abstraktnosti znanstvenega pojma. To dejstvo je zelo pomembno, ker imajo fizikalni pojmi, posebej pojmi s področja mehanike, svoje inačice na empirični ravni, to je med spontanij pojmi.

NASTANEK PSEVDOPOJMOV Z GENERIRANJEM IZ EMPIRIČNIH POJMOV

Da bi pojasnili to tezo, lahko za ilustracijo vzamemo pojma "masa" in "teža".

Ta dva fizikalna pojma imata svoje inačice v empiričnih pojmi. Pričakujemo lahko, da ti empirični pojmi zaradi svoje neposrednosti obstajajo pri vseh izpraševancih. Zelo pomembno pa je, da pojma "masa" in "teža" v strukturi fizikalnih pojmov obstajata kot neverbalizirana ali kot psevdopojma, ustvarjena s pomočjo kompleksnega mišljenja.

Znanstveni pojem "masa" je po svoji strukturi zelo abstrakten, ker je masa merilo neke splošne lastnosti (inertnosti).

Pričakovana definicija znanstvenega pojma se glasi: Masa je mera inercije nekega telesa.

Odgovori, ki se nanašajo na to definicijo, so dani v tabeli 2.

Tabela 2
Definicija mase

SKUPINE	ODGOVORI	T	D	N	Bo
A		21,43	2,38	23,81	52,38
B		3,85	9,62	17,31	69,23
C		1,22	6,10	19,51	73,17

Iz tabele 2 je razvidno, da v skupini A skoraj četrtnina izpraševancev uspešno poda definicijo mase. Razen tega pa ima ta skupina največje število netočnih odgovorov. Drugi dve skupini imata zanemarljivo majhno število točnih odgovorov, medtem ko je odstotek netočnih odgovorov dominanten tudi na nivoju prve skupine.

Glede delno točnih odgovorov lahko rečemo, da je njihov odstotek približno enak, delni odgovori pa so pri vseh treh skupinah podani v obliki matematične zveze med silo, maso in pospeškom ($m = F/a$, $m = G/g$).

Odgovori v skupini C imajo naslednjo tipologijo: masa je "teža, izražena v kilogramih", "dejanska teža tega telesa", "skupna teža telesa".

Iz navedenih odgovorov sledi, da izpraševanci gradijo psevdopojem na osnovi empiričnega pojma teže. Teža se pojavlja kot jedro ali kot genus proximum in z ustreznimi prilastki določa pojem mase kot podpojem. Taki odgovori očitno predstavljajo konstrukte kompleksnega mišljenja, t.j. psevdopojme. To pa ne izhaja samo iz dejstva, da znanstveni pojem mase ni v nobenem primeru podpojem teže, temveč iz dejstva, da oba pojma obstajata kot empirična pojma in sta postavljena na isto raven, difuznost kompleksnega mišljenja pa omogoča konstrukcijo psevdopojmov.

Razen tvorbe psevdopojma "masa" s sprejemanjem empiričnega pojma "teža", je možno sprejemanje tudi drugih sorodnih empiričnih pojmov, kot na primer količina snovi ali prostornina telesa. Tako na primer izpraševanci v skupini B, ki razen že omenjenega povezovanja pojmov mase in teže, podajo definicije, v katerih se kot jedro psevdopojma pojavlja količina substance.

Primeri: masa je "ustvarjena količina materije, izražena v kilogramih", "količina neke snovi", "velikost, ki izraža obseg nekega telesa", itd.

Če eden od soodnosnih empiričnih pojmov dobiva znanstveno strukturo, takrat kompleksno mišljenje, ki postavlja soodnosne pojme na isto raven, omogoča, da se drugi pojem "definira" s sprejemanjem celotnega ali le dela soodnosnega pojma.

Za ilustracijo se lahko navedejo odgovori skupine A, kjer se soodnosni pojem teža telesa za pojem masa pojavlja množično kot znanstveni pojem, (glej tabelo 3) kot rezultat tega pa se pojavljajo odgovori v naslednjih oblikah: masa je "sila, ki deluje na podlago pod pogoji antigravitacije", "sila, s katero telo deluje na podlago", "sila, s katero zemlja deluje na telo", itd.

V odgovorih na vprašanje, kaj je masa, se torej nahaja celotna definicija znanstvenega pojma "teža", ali le posamični deli. To je možno, kot je navedeno, zato, ker pri kompleksnem mišljenju ne obstaja hierarhija empiričnih pojmov. Za ilustracijo difuznosti kompleksnega mišljenja med soodnosnimi pojmi lahko vzamemo definicijo pojma "teža".

Pričakovan odgovor je:

"Teža telesa je sila, s katero neko telo pritiska na podlago ali nit, na katero je obešeno."

Na osnovi znanstvene definicije pojma teža sklepamo, da je le-ta podpojem sile, prav tako je važno, da se nikjer v definiciji pojem mase ne predstavlja v eksplicitni obliki. Konkretnost pojma teže v odnosu do pojma mase omogoča lažje uzaveščanje le-tega, kar lahko razberemo tudi iz tabele odgovorov.

Tabela 3
Teža telesa

SKUPINE	ODGOVORI	T	D	N	Bo
A		47,62	0,00	16,76	35,71
B		1,9	28,85	19,23	50,00
C		0,00	17,07	17,07	65,85

Skupina A ima visok odstotek točnih odgovorov, mnogo višji kot v zvezi s pojmom masa. Uzaveščenost znanstvenega pojma teža v omenjeni skupini, kot lahko sklepamo iz predhodne analize, vpliva na soodnosni pojem v konstrukciji psevdopojmov.

Kar je v tej skupini posebej zanimivo, je dejstvo, da se, za razliko od ostalih, tu ne pojavljajo delno točni odgovori, podani v obliki formalne zveze $G = m \cdot g$. Iz tega lahko sklepamo, da se bodo delno točni odgovori pojavili v višjem odstotku pri izpraševancih, pri katerih obstajajo v glavnem empirični pojmi in psevdopojmi.

Implikacija je zelo pomembna, ker je pomnenje določenih fizikalnih zakonov, izraženih v formalni obliki, lahko prisotno, čeprav podani fizikalni pojmi ne obstajajo kot znanstveni pojmi, ampak kot empirični ali kot psevdopojmi.

Drugi dve skupini imata zanemarljivo nizko število pravih odgovorov, medtem ko je odstotek delno pravih odgovorov mnogo višji kot pri prvi skupini, kar pojasnjujemo z navedenimi razlogi.

Analiza netočnih odgovorov ima enake karakteristike pri vseh treh skupinah, t.j. graditev psevdopojmov, kjer se kot jedro pojavlja empirični pojem masa.

Primeri:

Teža je "masa telesa v gravitacijskem polju", "zmnožek mase in specifične teže", "masa na enoto površine", "masa v enoti površine", "masa telesa plus gravitacijska sila", "masa telesa v odvisnosti od zemeljske težnosti", "masa, na katero deluje gravitacijska sila".

Enako torej kot pri definiciji mase, nastaja definicija teže tako, da se kot jedro psevdopojma, t.j. *genus proximum*, pojavlja masa. Možnost konstrukcije, kot jo navajamo, se nahaja v lastnosti kompleksnega mišljenja, da postavlja ta dva empirična pojma na isto raven in s svojo difuznostjo omogoča konstrukte, ko se kateri od empiričnih pojmov pojavlja kot jedro.

NASTANEK PSEVDOPOJMOV IZ DELOV ZNANSTVENEGA POJMA

Do zdaj smo pojasnjevali možnosti tvorjenja psevdopojmov z uzaveščanjem empiričnih pojmov, vendar je opazna tudi možnost konstrukcije z absorpcijo delov znanstvenih pojmov. Kot primer tvorbe in funkcioniranja psevdopojmov lahko uporabimo definicijo "krajevnega vektorja". Ta primer je izbran zato, ker ta znanstveni pojem nima svoje inačice v empiričnem pojmu, ampak predstavlja abstrakten matematično - fizikalni konstrukt.

Pomnjenje krajevnega vektorja olajšuje to, da le-ta predstavlja podpojem vektorja, prav tako pa ima lastnost "objekta", t.j. spremlja ga določena vizualizacija.

Pričakovana definicija znanstvenega pojma krajevnega vektorja je: "To je vektor, ki odreja položaj telesa ali materialne točke v prostoru, ali to je vektor, ki ima začetek v koordinatnem začetku in konec v točki, katere položaj se določa."

Tabela 4
Krajevni vektor

SKUPINE	ODGOVORI	T	D	N	Bo
A		14,29	2,38	35,71	47,62
B		3,85	11,54	28,85	55,77
C		7,32	6,10	24,39	62,20

Iz tabele 4 je razvidno, da je odstotek točnih odgovorov najvišji v skupini A, toda v tej skupini je najvišji tudi odstotek netočnih odgovorov. Prav tako pa tudi število izpraševancev, ki ne odgovarjajo na vprašanje, raste od skupine A do B in C.

Iz analize delno točnih odgovorov razberemo, da izpraševanci poskušajo definirati pojem vektorja splošno, ne upoštevajoč specifičnosti krajevnega vektorja. Delno točni odgovori takega tipa so v glavnem posledica nezadostnega utrjevanja pri pouku. Namreč, skupina B ima najnižji odstotek točnih odgovorov, toda najvišji odstotek delno točnih, česar ne moremo pojasniti s procesom pozabljanja. Prav tako je v skupini A odstotek delno točnih odgovorov najnižji, kar pomeni, da prihaja do spreminjanja med točnimi in delno točnimi odgovori, kar lahko pojasnimo kot posledico nezadostnega utrjevanja znanja specifičnega pojma. Klasifikacija netočnih odgovorov kaže različno pravilnost. V skupinah B in C, kjer ni prisoten specifičen pojem krajevnega vektorja, prihaja do pojava ustvarjanja psevdopojmov, ki se nanašajo na splošni pojem vektorja. Za ilustracijo lahko vzamemo odgovore, da je krajevni vektor "premica, ki ima svojo začetno in končno točko", "črta, ki ima določeno začetno in končno točko", "daljica, ki ima svojo dolžino" itd.

Tu se kot jedro psevdopojma pojavlja del znanstvenega pojma "vektor", podan v obliki premice ali daljice. Razlog, zakaj se pojavljata prav ta dva dela pojma, je verjetno v vizualizaciji danega pojma.

Primer generiranja psevdopojmov še boljše prikazuje odgovori skupine A, kjer, kot navajamo, obstaja največje število točnih odgovorov, prav tako pa tudi največje število netočnih. Majhno število delno točnih odgovorov nas navaja k sklepu, da se izpraševanci zavedajo specifičnega pomena krajevnega vektorja v odnosu do splošnega pojma vektorja.

Netočni odgovori imajo naslednje oblike: krajevni vektor je "premica, ki kaže prostor, na katerem se nahaja telo", "premica, ki kaže smer in položaj nekega fizičnega telesa", "premica, h kateri je objekt usmerjen", "premica, ki kaže smer gibanja nekega telesa", "premica delovanja sile", "premica, ki geometrijsko predstavlja dano velikost" itd.

Navedene definicije se nanašajo na psevdopojme krajevnega vektorja. Konstrukcija je zelo zanimiva, ker se kot jedro psevdopojma pojavlja premica, ki je del pojma "vektor". Da gre za krajevni vektor, kaže predikativni del psevdopojma, vsebovan v zvezi "ki kaže".

To omogoča kompleksno mišljenje, pri katerem ne obstaja hierarhija "pojmov", specifični pojem se nahaja na isti ravni kot splošni pojem, zato je mogoče konstruirati nek psevdopojem z zajemanjem dela splošnega in dela posebnega pojma.

Na pojavljanje psevdopojmov vpliva abstraktnost pojma, na katerega se nanašajo, kot ilustracijo pa lahko uporabimo definicijo pojma "električna influenza". Naveden pojem tega pojava nima inačice v vsakodnevni izkušnji.

Pričakovana definicija znanstvenega pojma je naslednja:

"Pojav ločevanja električnih nabojev v prevodniku pod vplivom električnega polja".

Tabela 5
Električna influenza

SKUPINE	ODGOVORI	T	D	N	Bo
A		21,43	7,14	9,52	61,90
B		0,00	1,92	5,77	92,31
C		0,00	0,00	3,66	96,64

Iz tabele je razvidno, da skupini B in C sploh ne poznata tega pojma, toda tudi koncentracija netočnih odgovorov, oziroma psevdopojmov, je zanemarljivo majhna. To dokazuje, da abstraktnost pojma ne daje možnosti za ustvarjanje psevdopojmov.

Pri skupini A je dani pojem prisoten, a prav tako tudi netočni odgovori, ki se glasijo "električna influenza je "zunanje naelektrenje telesa", "prehajanje elektronov z enega na drugo polje" itd.

Jedro psevdopojma je naelektrenje, toda opazimo, da odstotek netočnih odgovorov ni v skladu z odstotkom točnih, kot smo imeli pri predhodno analiziranih pojmi. To lahko pojasnimo z dejstvom, da je konstrukcija psevdopojmov odvisna od abstraktnosti pojmov, katere simulira, ter bližnjih "pojmov" ali psevdopojmov. Govorimo lahko o mreži pojmov in psevdopojmov, ki omogočajo konstrukcijo. V primeru obravnavanega pojma gre za mrežo pojmov "naelektrenje", "električno polje", "lastnosti prevodnika"...

Le-ta prikazuje mrežo bolj abstraktnih pojmov, kot je to na primer pri mreži pojmov iz mehanike.

Za ilustracijo se lahko navede primer definicije "defekt mase".

"Defekt mase je dejstvo, da je skupna masa jedra nekega atoma manjša od vsote mas posameznih nukleonov".

Tabela 6
Defekt mase

SKUPINE	ODGOVORI	T	D	N	Bo
A		47,62	9,52	21,43	21,43
B		0,00	0,00	0,00	100,00
C		0,00	1,22	10,98	87,80

Iz tabele 6 je razvidno, da se samo v skupini A pojavljajo odgovori, ki so točni. V skupini B ni niti sledu o pojmu, medtem ko se v skupini C pojavljajo samo netočni odgovori. Tu je zelo zanimivo pojavljanje psevdopojmov v skupini C. Opazimo naslednje konstrukcije psevdopojmov: defekt mase je "izguba mase pri opravljanju nekega dela", "sprememba mase zaradi umetnega ali pa zunanjega vpliva", "izguba teže zaradi spremembe v atmosferi", "sprememba fizikalnih lastnosti telesa pod vplivom zunanjih faktorjev, delujočih na to telo".

Na osnovi odgovorov lahko zaključimo, da jedro psevdopojmov tvori sprememba mase, vendar se konstrukcija psevdopojmov pojavlja na pojmovni ravni, ki se nanaša na mehaniko, in ne na ravni atomske, oziroma nuklearne fizike. Izpraševanci se torej sploh ne zavedajo specifičnosti pojma "defekt mase", zato je konstrukcija psevdopojmov izvedena na drugi ravni. S tem dejstvom lahko pojasnimo, zakaj skupina B ne ustvarja psevdopojmov; najverjetneje se izpraševanci zavedajo specifičnosti pojma, t.j. da ne spada v skupino pojmov iz mehanike, ampak na neko drugo raven. Ker pa ne obstaja pojmovna mreža na tej ravni ali je zanemarljiva, ne more priti niti do konstrukcije psevdopojmov. V skupini A je ta raven prisotna, kar lahko sklepamo po točnih odgovorih, ki se pojavljajo, tako da je omogočena konstrukcija psevdopojmov.

Primeri:

Defekt mase je "pojav, da skupna energija vedno mora biti manjša od energije sistema", "pojav, ko so posamezni deli težji od cele molekule", "razlika mase posameznih elektronov in mase cele substance", "pojav, da pri hitrosti bližnjih svetlobnih hitrosti pride do spremembe mase".

Na osnovi odgovorov ugotavljamo, da jedro psevdopojmov predstavlja "pojav", ki je po svojem pomenu nedoločen, toda zaobseganje bližnjih pojmov kaže, da psevdopojem leži v mreži pojmov atomske fizike.

Ob koncu analize lahko podamo splošno lastnost psevdopojmov v strukturi fizikalnega znanja. Lahko rečemo, da se pri izpraševancih pojavljata sočasno dve obliki mišljenja, t.j. pojmovno in kompleksno mišljenje. Z ozirom na to, da govorimo o strukturi fizikalnega znanja, domnevamo, da le-to nastaja s pojmovnim mišljenjem, navzoče pa je tudi kompleksno mišljenje, ki v dani strukturi omogoča prisotnost psevdopojmov. To dejstvo je zelo važno, t.j. implicira, da kompleksno mišljenje predstavlja nujen, ne pa tudi zadosten pogoj za pojavljanje fizikalnih psevdopojmov, ampak mora obstajati tudi struktura fizikalnega znanja, v kateri se bodo pojavili psevdopojmi. Za potrditev te teze lahko uporabimo konstrukcijo psevdopojmov, ki se nanašajo na pojma "masa" in "teža". Predhodna analiza kaže, da konstrukcija teh psevdopojmov nastaja s prisotnostjo

empiričnih pojmov, toda to samo po sebi ni dovolj, obstajati mora tudi struktura fizikalnega znanja, da lahko kompleksno mišljenje konstruira ustrezen psevdopojem. Tako je na primer iz tabele 3 oziroma 4 razvidno, da vsi izpraševanci ne konstruirajo psevdopojmov, čeprav sta pri vseh najverjetneje prisotna empirična pojma "masa" in "teža", kot tudi kompleksno mišljenje.

Še ena pomembna implikacija te analize je tudi to, da se kompleksno mišljenje in psevdopojmi pojavljajo kot potreba v primeru odsotnosti pojmovnega mišljenja. Razlog za to je v ohranjanju oziroma funkcioniranju strukture fizikalnega znanja. Cilj poučevanja je formiranje popolne fizikalne pojmovne strukture, toda očitno je, da imajo do formiranja popolnoma čiste strukture psevdopojmi svojo vlogo pri funkcioniranju le-te. Eden od primerov funkcioniranja je pomnjenje odgovarjajočih matematičnih relacij, kjer se fizične velikosti lahko pojavljajo kot pojmi ali kot psevdopojmi. Kot ilustracijo lahko navedemo pojav nekaterih delno točnih odgovorov, ki so podani v obliki matematičnega izraza. Ker so zakonitosti podane v pravilni obliki, so odgovori klasificirani kot delno točni, čeprav načelno tudi oni predstavljajo netočne odgovore. Psevdopojmi omogočajo pomnjenje matematične relacije, ki se ponovno zaradi odsotnosti pojma pojavlja kot nosilec pojma, in izpraševanci na primer na vprašanje, da definirajo težo telesa, podajo obrazec $G = m \cdot g$. Če pogledamo tabelo 3, vidimo, da se v skupini A ne pojavljajo delno točni odgovori takega tipa, razlog za to pa je v visokem odstotku točnih odgovorov, t.j. prisotnosti pojma teža, oziroma nizki koncentraciji empiričnih pojmov in psevdopojmov, ki bi podajali matematični obrazec kot nadomestek za pojem teže.

ZAKLJUČEK

Namen raziskave je bil prikazati, kako se v strukturi znanja fizikalne teorije v srednješolskem pouku pojavljajo psevdopojmi kot nadomestila za ustrezne znanstvene pojme. Ta pojav je posledica kompleksnega mišljenja.

Eden od načinov konstrukcije psevdopojmov je prisotnost empiričnih pojmov. Prisotnost ustreznih empiričnih pojmov, ki imajo svoje inačice v znanstvenih pojmih, omogoča difuznemu kompleksnemu mišljenju, da oblikuje psevdopojme, ki simulirajo ustrezne znanstvene pojme. Empirični pojmi, ki se nahajajo na isti ravni, se vzajemno pojavljajo pri definiranju kot jedra psevdopojmov.

Drugačen način ustvarjanja psevdopojmov je povezan z ostankom znanstvenega pojma. Struktura znanstvenega pojma zaradi slabe uzaveščenosti razpada, določeni deli definicije tega bivšega pojma pa tvorijo jedro bodočega psevdopojma ob navzočnosti kompleksnega mišljenja.

Ne glede na obliko nastanka se psevdopojmi pojavljajo kot potreba funkcioniranja strukture fizikalnega znanja.

Če nimamo dejanskega pojma, kompleksno mišljenje s svojo difuznostjo gradi psevdopojme kot nadomestila za dejanske pojme. Odkritje psevdopojmov in njihovega funkcioniranja ima ustrezne pedagoške implikacije. Seveda te implikacije presegajo sam kontekst fizikalne teorije.

Kot je znano, je cilj vsakega poučevanja formiranje strukture fizikalnih pojmov in nadomeščanje kompleksnega mišljenja s pojmovnim. Na podlagi podane delne analize lahko navedemo ustrezne praktične zaključke.

Prvič, z ozirom na način nastajanja psevdopojmov lahko rečemo, da moramo pri poučevanju biti posebej pozorni na pojme, ki zelo enostavno omogočajo ustvarjanje psevdopojmov. Potrebno je torej poudariti nadomeščanje empiričnih z znanstvenimi pojmi.

Drugič, ustvarjanje psevdopojmov iz ostankov znanstvenih pojmov kaže, da obstajajo šibke točke pri ustreznih znanstvenih pojmi. Z analizo se lahko te točke odkrijejo, pri poučevanju pa je potrebno posvetiti posebno pozornost tem šibkim točkam, ki omogočajo razpad pojmov ter ustvarjanje psevdopojmov.

Tretjič, pojav psevdopojmov se kaže kot indikator obstajanja določene strukture fizikalnega znanja, v kateri le-ti funkcionirajo, tako da se pojavljata dve kvalitativno različni stanji nesprejemanja znanstvenih pojmov, t.j. obstajanje psevdopojmov in neobstajanje kakršnihkoli odgovorov.

Namen tega teksta ni bil ustvariti popolno podobo funkcioniranja psevdopojmov, ampak na pojav samo opozoriti, za bolj sistematične pedagoške implikacije pa so potrebne obsežnejše raziskave.

LITERATURA:

1. Vigotski L.: Mišljenje i govor, Nolit, Beograd, 1977,
2. Grbić S.: Logičko mišljenje adolescenta, Psihologija, XIX, 1- 1, 1986, 143-155.