

Besedne in druge predstavitve svetlobe v šoli

dr. Mojca Čepič

Pedagoška fakulteta Univerze v Ljubljani

Poučevanje pojavov, povezanih s svetlobo, se začne že v tretjem razredu osnovne šole pri Spoznavanju okolja. Nato se s posameznimi koncepti učenci srečujejo skoraj vsako nadaljnje leto pri predmetih Naravoslovje in tehnika in Naravoslovje. Šele v kasnejših razredih, ko v pouk vstopi fizika v obliki samostojnega predmeta, postane obravnava svetlobe in pojavov, povezanih z njo, samostojna, a zelo omejena tema. Obravnavana je zgolj nekaj ur v enem razredu osnovne šole (običajno v osmem) in gimnazije (običajno v drugem ali tretjem letniku). Žal je poučevanje omejeno predvsem na odboj in lom, nekoliko se učenci srečajo tudi z optičnimi instrumenti, navadno z lečami. Pri biologiji obravnavajo tudi oko, a tam je predstavitev v učbenikih pogosto napačna, saj je lom svetlobe prikazan napačno in omejen le na lečo. Preliminarne raziskave, izvedene na Pedagoški fakulteti Univerze v Ljubljani, pa so pokazale, da si učenci zapomnijo vsaj nekaj o nastanku slike v očesu. Zapomnijo si namreč predvsem sliko obrnjenih predmetov v očesu s popolnim nerazumevanjem razlogov za ta obrat, saj se obrnjena slika pojavlja pred očesom, za očesom in še kje drugje, lom pa običajno ni nikoli niti nakazan (Blagotinšek, 2015).

Vendar ta prispevek ni namenjen pritoževanju nad obsegom obravnave svetlobe, temveč bi rada predlagala nekaj dogovorov o rabi besed in grafičnih prikazov pojavov, povezanih s svetlobo. Omejila se bom le na geometrijsko optiko, torej na odboj in lom, ter na ozaveščanje zavedanja, kako sprejemamo informacije preko vida.

Svetloba kot elektromagnetno valovanje

Z izrazom svetloba imenujemo elektromagnetno valovanje z valovnimi dolžinami med 400 nm in 700 nm. Fotoni svetlobe teh valovnih dolžin sprožijo v ozadju očesa kemijske reakcije, ki povzročijo nastanek signala, prenesenega v možgane preko vidnega živca. Čeprav je to dogajanje temelj vidnega zavedanja sveta okoli nas, ga pri poučevanju le redko poudarjamo. Z ozaveščanjem tega dejstva pričnejo učitelji razrednega pouka v smislu naslednjega:

Kako ločimo svetila od predmetov, ki ne oddajajo svetlobe? Svetila vidimo tudi v temi, predmeti, ki ne oddajajo svetlobe, pa morajo biti osvetljeni.

Kateri pogoji morajo biti izpolnjeni, da vidimo svetilo? Svetloba, ki jo oddaja svetilo, mora pasti v oči. To pomeni, da moramo z usmeritvijo pogleda in odstranitvijo morebitnih ovir poskrbeti, da je to mogoče. In seveda, oko mora biti »zdravo« oziroma v njem lahko potekajo procesi, ki omogočijo zaznavo svetlobe možganom.

Kateri pogoji morajo biti izpolnjeni, da vidimo predmet, ki ni svetilo? Predmet mora biti osvetljen. Svetloba, ki se na predmetu odbije, mora pasti v oči. Ostali pogoji so enaki kot pri zaznavi svetil.

Gornji pogoji nakazujejo še eno dejstvo. Obstoja svetlobe ne moremo zaznati, če svetloba ne pade v oči. Zelo enostavni so testi s prekritimi očmi, saj v tem primeru poskusni zajček ne more ugotoviti, ali je luč prižgana ali ugasnjena. Prav tako je za



Foto: FP

ozaveščanje teh dejstev smiselno, da učencem omogočijo doživljanje popolne teme in tega, da tedaj ne vidijo prav ničesar, niti lastnih rok ne. Žal so opazovanja »teme« v jamah, pa tudi v dobro svetlobno izoliranih prostorih, kratkotrajna. Učencem namreč ne moremo omogočiti izkušnje, da se oči na temo ne prilagodijo, ki je drugačna od vsakodnevnih izkušenj v relativno temnih prostorih, kjer čez nekaj časa, ko se »oko« prilagodi, spet nekoliko vidimo.

V prihodnje se bomo pri obravnavi nastanka slik, njihove velikosti in lege večkrat sklicevali na te pogoje. V današnjem prispevku pa bi se rada omejila le na dvojje: na rabo besed pri opisovanju pojavov, povezanih s svetlobo, in na pravila pri opisovanju grafičnih predstavitev teh pojavov.

Besedne upodobitve

Svetlobo lahko obravnavamo na dva načina: kot delce (fotone) ali kot elektromagnetno valovanje. Običajno se šele v srednji šoli srečamo z delčno obravnavo svetlobe ob koncu obravnave fizikalnih tem pri fotoefektu, običajno pa se učenci z obravnavo fotonov, dvojnosti narave svetlobe in podobnega ne srečajo zelo poglobljeno. Vseeno pa večina vsaj malo naravoslovno izobrazjenih fotone pozna in jih smiselno povezuje s svetlobo. Prav tako delčno doživljanje svetlobe podpirajo vsakodnevne izkušnje iz mehanike. Vsak učenec ima namreč obilo izkušenj z gibanjem teles in le zanemarljivo malo z valovanji v smislu njihovega širjenja, ki jih je mogoče zaznavati le posredno (zvok in svetloba). K razmišljanju o valovanju kot o delcih navede tudi pogosta raba besed v smislu »svetloba potuje od Sonce do Zemlje 8 minut«, »svetlobno leto je razdalja, ki jo prepotuje svetloba v enem letu v praznem prostoru«, pa tudi izraz »svetloba pade v oči« nakazuje potovanje. Z dinamiko v povezavi s svetlobo sta povezana tudi izraza »svetloba se odbija« in »svetloba se lomi«. **Semantični problem se pojavi pri opisih pojavov, kjer je valovna narava svetlobe ključna, npr. interferenca, uklon in polarizacija, saj tedaj s »potovanjem« svetlobe ni mogoče smiselno opisati pojavov.** Treba je namreč uporabiti izraze, ki so značilni za opisovanje valovanj – valovanje se širi, motnje pa potujejo. Enako velja za svetlobo v snovi. Ali se svetloba v snovi širi ali skozi potuje? Če svetloba skozi snov potuje, kako se potem lahko v snovi spreminjajo lastnosti svetlobe (npr. jakost svetlobnega toka, barva, faza, polarizacija ...)? Ali v snov ena svetloba vstopa, druga izstopa?

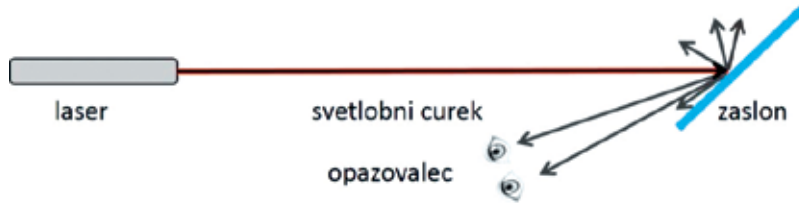
Predlagam, da ob obravnavi lastnosti svetlobe v snovi za opis uporabljamo zgolj izraze »razširjanje« oziroma »širjenje« svetlobe in ne »potovanje«. Beseda »potovanje« naj ostane prihranjena za velike razdalje, pri katerih je končnost hitrosti svetlobe pomembna.

Slikovne upodobitve

Svetlobe, ki se širi po prostoru, ne moremo zaznati z vidom, kadar ne pade neposredno v oči. To pomeni, da lahko baterijski svetlobni curek zaznamo le, če gledamo neposredno vanj. Zavedanje obstoja svetlobe v prostoru je le posredno. Zasedujemo lahko svetlobno liso na zaslonu ali v prostor pršimo drobne kapljice, od katerih se svetloba odbija v oči. Za razlago optičnih pojavov, še posebej na področju geometrijske optike, pa je treba proces širjenja svetlobe od vira skozi prozorne snovi do sensorja, ki svetlobo zaznava, ponazoriti. Zato uporabljamo geometrijsko upodobitev svetlobe, ki jo imenujemo žarek. Nekaj žarkovnih ponazoritev širjenja svetlobe je na sliki 1.

Semantični problem se pojavi pri opisih pojavov, kjer je valovna narava svetlobe ključna, npr. interferenca, uklon in polarizacija, saj tedaj s »potovanjem« svetlobe ni mogoče smiselno opisati pojavov.

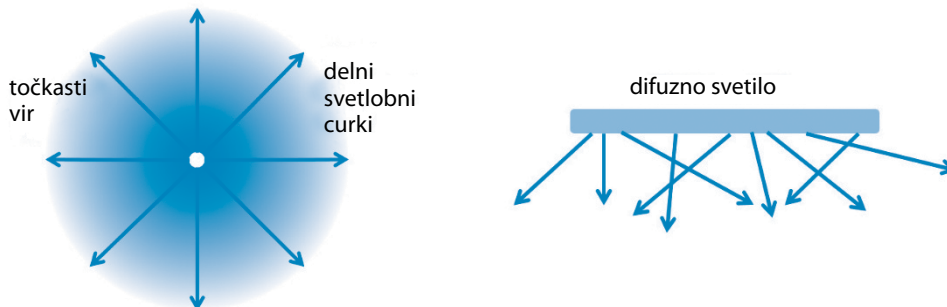
- a) Curek svetlobe z laserskega kazalnika je zelo ozek. Navadno ga ponazorim z enim samim žarkom. Svetlobo laserskega kazalnika zaznavamo le posredno z opazovanjem svetlobne pege. Difuzni odboj nakažemo z več žarki, nekateri med njimi morajo biti usmerjeni v oči opazovalca, če želimo, da le-ta pego vidi.



- b) Svetlobni snop ponazarjamo z žarki, ki označujejo meje med osvetljenim in neosvetljenim območjem. Kadar želimo obravnavati pojave, za katere so pomembne smeri širjenja svetlobe v posameznih delih svetlobnega snopa, z žarki ponazorimo delne curke.



- c) Kadar svetilo oddaja svetlobo v različnih smereh, jo moramo ponazoriti z žarki, ki ponazarjajo delne curke svetlobe.



Slika 1: Žarkovne ponazoritve oddajanja svetlobe različnih svetil.

Žarek je pravzaprav črta, ki je pravokotna na ploskve enakih faz in ponazarja smer valovnega vektorja – če obravnavamo svetlobo kot elektromagnetno valovanje. V geometrijski optiki tega izvora izraza običajno ne poudarjamo, temveč žarkovna ponazoritev prevzame vlogo »tira«, ki ga opisujejo fotoni. Seveda tudi tega pomena ne poudarjamo, vendar ga imajo učenci zaradi izkušenj iz mehanike pogosto v podzavesti.

Ker je žarek geometrijska ponazoritev, je zelo zelo pomembno, kako govorimo o njem. Nekaj primerov opisov pojavov si oglejmo v spodnji tabeli.

Tabela 1: Enakovredni opisi dogajanj v optiki z uporabo pojmov »svetloba« in »žarek«.

Svetloba	Žarek
Svetloba se širi v isti smeri.	Žarek je raven.
Svetloba se lomi.	Žarek je zlomljen (lomljen).
Fatamorgana nastane zaradi zveznega spreminjanja smeri svetlobe v ogretyh plasteh zraka nad asfaltom. Sliko vidimo v smeri, v kateri pade svetloba v oči.	Ukrivljen žarek ponazarja širjenje svetlobe pri fatamorgani.
Svetloba se odbija.	Vpadni žarek. Odbiti žarek.
Smer svetlobe se pri prehodu iz enega sredstva v drugo spremeni.	Smer vpadnega žarka oklepa kot a z vpadno pravokotnico. Smer lomnega žarka oklepa kot b z vpadno pravokotnico.

Kot vidimo v gornji tabeli, uporabljamo pri opisovanju svetlobe glagolske oblike, **pri opisovanju žarkov pa zgolj opise oblik žarka**. Učenci pogosto uporabljajo aktivne glagolske oblike v povezavi z žarki. Tabela 2 podaja nekaj napačnih rab. V levem stolpcu so opisani pojavi, v desnem pa so pogosto uporabljani napačni opisi z uporabo pojma »žarek« ali nekaterih pojmov, ki so potrebni za opisovanje pojavov, povezanih s svetlobo.

Tabela 2: Pravilni in nepravilni načini opisov dogajanj v optiki.

Pravilno	Napačno
Svetloba se širi ...	Žarek se širi ...
Svetloba v svetlobnem curku se širi ...	Svetlobni curek se širi ...
Svetloba se lomi.	Žarek se lomi.
Svetloba se odbija.	Žarek se odbija.
Svetilo oddaja svetlobo.	Svetilo oddaja žarke.
Svetloba se absorbira.	Žarek se absorbira.
...	...

Pri opisovanju svetlobe uporabljamo glagolske oblike, pri opisovanju žarkov pa zgolj opise oblik žarka.

Ostro uho zazna razliko med obema načinoma opisovanja. Če obravnavamo »žarek« kot geometrijski pripomoček, ima vlogo »predmeta« in se zato ne more aktivno spreminjati med opisom dogajanja. Seveda pri razlagi »žarek« na tabli pogosto »nastaja«, rišemo ga od vira svetlobe v prostor do zaslona ali skozi sredstvo, risanje samo pa implicitno ponazarja širjenje svetlobe. V tem smislu nam torej preostaja dogovor – ali so žarki ponazoritve, njihove lastnosti pa dokončne, kot so v že natisnjenih slikah v učbenikih ali člankih, ali pa želimo ohraniti aktivno vlogo, ki si jo lahko zamislimo pri nastajanju slike na tabli. Ali je potem »potovanje« svetlobe simbolizirano z drsenjem pisala po tabli ali zvezku? In se potem žarek širi zato, ker ga roka s pisalom podaljšuje?

Kakorkoli, naj zaključim ta prispevek. Učitelji ga jemljite kot predlog za razmislek. Smiselno je, da se skupnost učiteljev fizike dogovori o pomenih besed, ki se uporabljajo v poučevanju. Strokovni jezik fizike je za učence nov jezik, v strokovni govornici imajo posamezne besede en sam pomen, in ta je včasih drugačen kot v vsakdanji govornici. Še več, za izrazoslovje je zaželena bijektivnost v smislu, da ima ena beseda

le en pomen, seveda v določenih okoliščinah. Tako bomo npr. za lom svetlobe vedno uporabljali le besedo »lom« in ne »uklon, odklon« in kar je še takega. Le na ta način bo izmenjava informacij med učitelji in učenci, med učenci ter med učitelji enoznačna. Zato predlagam, da skupaj razmislimo o predlogu za rabo besed:

- Svetloba se širi.
- Žarek je geometrijska ponazoritev širjenja svetlobe.
- Lastnosti žarka opisujemo enako kot lastnosti predmetov, torej kot nespremenljive.

Tale prispevek je, upam, prvi v seriji prispevkov o rabi besed v fiziki. Jemljite ga kot vabilo k debati in predlog za začetek zgodbe o nastanku konsistentne fizikalne slovenščine.

Literatura

Ana G. Blagotinšek, Students' ideas about optics of vision. V: International Conference GIREP EPEC 2015, July 6–10, Wrocław, Poland. Dębowska, Ewa (ur.), Greczyło, Tomasz (ur.). *Key competences in physics teaching and learning: program and book of abstracts*. Wrocław: University of Wrocław, 2015, str. 131–132.



»Svetloba nam prinaša novice iz veselja.«

Sir William Brag

Foto: FP