

## ZÁVER

*„Nikdy sa nám nepodari opísať a zobrazit' ľudské telo úplne. Jeden ľudský život nestačí na to, aby sme využili všetky možnosti optických a elektronických prístrojov, pretože naše telo je neobyčajne zložitá a niektoré procesy v ňom ešte ani nepoznáme.“*

*/Lennart Nilsson/*

Škola má harmonicky spájať štúdium všetkých predmetov, ktoré sú zložkou komplexu vedomostí nazvaného všeobecné vzdelanie. To bolo aj cieľom tejto práce. Pozrieť sa na oko, proces videnia a s ním súvisiace javy zo širšieho pohľadu. Zozbierať a zosyntetizovať známe poznatky z rôznych vedných odborov a podať komplexnú charakteristiku bez rozsiahlejšieho fyzikálneho vysvetlenia, pretože pochopenie fyzikálnych javov a fyziologických procesov spojených s videním siaha neraz až za hranice fyziky v obvyklom zmysle. Preto bolo potrebné odbočenie aj do iných oblastí: medicíny, biológie, chémie a psychológie. Toto rozdelenie na rôzne oblasti je iba púha ľudská konvencia. Nie je prirodzenou vecou a sama príroda sa nezaujíma o toto naše rozdelenie. Svedčí o tom aj problematika súvisiaca s okom a procesmi ľudského videnia, ktorá premoš'uje medzery medzi týmito oblasťami. Treba tiež poznamenať, že mnohé javy z tejto oblasti nie sú zatiaľ podrobne objasnené.

Práca vychádza z diplomovej práce Optika okolo nás: Oko – orgán zraku a proces videnia. Prichádza s novými nápadmi a skúsenosťami získanými po troch rokoch pedagogickej praxe na gymnáziu a na vysokej škole hlavne v oblasti experimentálnej, historickej a technickej. Ponúka nové experimenty, ktoré umožňujú študentovi vnikať hlbšie do problematiky štúdia optiky a fyziky, aplikovať svoje nadobudnuté poznatky, analyzovať prírodné javy a spájať štúdium fyziky s reálnym životom, prináša nové historické skutočnosti, ktoré mu pomáhajú vnímať rozvoj optiky a myšlienkové pochody danej doby a v poslednom rade poukazuje na prepojenie poznatkov z optiky a praxe, čo sa najviac odráža v technickom pokroku a rozvoji danej doby.

Oboznámili sme sa so súčasným stavom výuky optiky na základnej škole, strednej odbornej škole a na gymnáziu a pokúsili sme sa rozvinúť a doplniť poznatky, ktoré by umožnili lepšie pochopenie celej problematiky. Najväčším problémom posledných rokov je postupné rozširovanie rozsahu humanitných predmetov na úkor prírodovedných. To má za následok vypúšťanie určitých častí fyziky z výučby. Týka sa to hlavne posledných ročníkov gymnázií, kde je rozsah fyziky redukovaný podľa voľby maturitných predmetov, čiže dotýka sa aj optiky.

Ak sa na fyziku pozrieme ako na spôsob myslenia, zvažovania faktov a ich analýzu, tvorbu hypotéz a ich starostlivé overovanie, privedie nás to k zvýšenému záujmu o jej dejiny. Ak chceme fyziku prezentovať nie len ako súbor poznatkov, ale aj ako riešenie problémov, musíme venovať pozornosť jej dejinám, čo sa samozrejme v poslednom období pri výučbe fyziky na školách a pri samovzdelávaní deje. Tým sa samozrejme skvalitňuje vyučovanie fyziky. Osudy významných fyzikov a ich práce sú

nenahraditeľnou motiváciou pre študentov. Často sa stáva, že história pomôže žiakovi či študentovi vysokej školy hlbšie pochopiť dôležité základné pojmy a fyzikálne zákony. Na pozadí historických minipríbehov si žiaci ľahko zapamätávajú aj komplikovanejšie pojmy a vzťahy. Mnohí z nich musia prekonať tie isté prekážky, ktoré museli prekonať Newton alebo Einstein, kým dospeli k fyzikálnemu pohľadu na svet odpovedajúcemu danej dobe, v ktorej žili. Ako hovorí Johannes Kepler „Cesty, po ktorých ľudský rozum dospel k pravde sú hodné väčšieho obdivu ako dosiahnutý cieľ“ [38].

Aby bol rast stromu vedomostí u žiaka úspešný, bolo preto potrebné pozrieť sa na históriu rozvoja optiky - kedysi v presnom zmysle slova vedy o videní. Čerpanie z histórie je pre žiakov nielen poučné, ale niekedy aj zaujímavé. Takto má žiak možnosť pozrieť sa na spôsob získavania poznatkov v minulosti. „Žiak, ktorý nechápe, ako fyzika získava poznatky, ktoré sa on musí naučiť, nadobúda postupne presvedčenie, že fyzika je niečo, čo presahuje rámec jeho rozumových schopností. Svoj ďalší život sa usiluje plánovať tak, aby sa s ňou stretával čo najmenej“ [16]. A to samozrejme ako učitelia nechceme.

Oko ako receptor je najperiférnejšou časťou senzorického systému. Zachytáva energiu podnetu a premieňa ju na vzruchovú aktivitu. Je špecializované na príjem určitých podnetov, t.j. určitých foriem energie. Spôsob premeny energie pôsobiaceho podnetu jednotlivými druhmi receptorov nie je ešte jednoznačne objasnený. Oko je schopné prijímať elektromagnetické vlnenie v určitej časti spektra, približne v rozsahu 400-800 nm. Ak na zrakový orgán pôsobí elektromagnetické vlnenie v tomto rozsahu, vzniká u každého vidiaceho tvora špecifické podráždenie, ktoré sa nervovými dráhami prenáša do mozgovej kôry, čím vzniká v zrakovom centre, ktoré sa nachádza v tylovom laloku mozgu, zrakový vnem. Oko je citlivé na lúče práve v tomto rozsahu vlnových dĺžok; kratšie vlnové dĺžky (ultrafialové) alebo dlhšie (infračervené) nie sú pre ľudské oko viditeľné.

Z hľadiska fyziológie zrakového orgánu môžeme oko chápať ako orgán s niekoľkými funkciami, ktoré sa vzájomne dopĺňajú, a pomocou ktorých vlastne získavame objektívne informácie o okolitom materiálnom svete. Zrak nám umožňuje nielen ostro a kvalitne vnímať tvar (kontúry) a veľkosť predmetov, ale aj ich svetelné a farebné vlastnosti, ich pohyb a vzájomné vzťahy v priestore. Človek je schopný rozlíšiť viac ako 600 stupňov jasů a 150 rôznych farebných odtieňov. Maximum farebnej rozlišovacej schopnosti je v žltej (asi 590 nm) a modrozelenej (asi 490 nm) časti spektra. V tomto rozsahu môže človek diferencovať dokonca menšie rozdiely vlnových dĺžok ako 3 nm. Podľa farby, jasů a jej sýtosti (danej stupňom prímеси bieleho svetla) potom v skutočnosti rozlišuje okolo 600 000 farebných pocitov [24]. So zreteľom na túto veľkú rozlišovaciu schopnosť patrí zrak človeka medzi najdôležitejšie zmysly.

Žiaci sa v rámci vyučovacieho procesu na hodinách fyziky oboznámia s faktom, že sa na sietnici vytvorí skutočný, zmenšený a prevrátený obraz predmetu. Tu sa začína fyzikálno-chemický proces, pri ktorom sú vzruchy zo sietnice vedené zrakovým nervom do podkôrových a kôrových zrakových centier. Výsledkom je ostré videnie predmetov a tvarov.

Existuje mnoho medzispojiení, ktoré umožňujú sčítanie a odčítanie informácií prostredníctvom nervového systému. Nerv prenáša určitý rozruch, ktorý má elektrické účinky. Je to rozruch podobný vlne,

ktorá sa šíri pozdĺž nervu a vyvolá účinky na jeho druhom konci. Informácia sa šíri pozdĺž dlhej časti nervovej bunky zvanej axón vo forme určitého impulzu. Veľkosť impulzu závisí aj od nervového vlákna. Rôzne druhy vlákien končia v rôznych vrstvách. V nervových vláknach nie je rovnaká rýchlosť signálov.

Informácie z rôznych buniek sa nedostávajú priamo do mozgu, ale už v sietnici dochádza k spracovávaniu určitej časti informácie. Sú tu tri druhy buniek s nadväzujúcimi funkciami: bunky sietnice, ktoré sú ovplyvňované svetlom, intermediálne bunky, ktoré preberajú informácie od jednotlivých alebo od niekoľkých buniek sietnice a odovzdávajú ich bunkám v tretej vrstve, odkiaľ sa prenášajú do mozgu. Podľa teórie duplicitného videnia sú pre denné a nočné videnie v sietnici dva druhy receptorov. Čapíky sú veľmi dráždivé, ale málo citlivé na slabé svetlo. Tyčinky sú menej dráždené pri dennom osvetlení, zato ich citlivosť v tme je veľká. Dôležité je, že určitá mozgová činnosť prebieha už v samotnom oku.

Všetky obrazy vytvorené na pravých poloviciach sietnice majú spoločnú kôrovú projekciu v pravej mozgovej hemisfére a naopak, všetky obrazy vytvorené na ľavých poloviciach sietnice majú spoločnú kôrovú projekciu v ľavej hemisfére. Pri monokulárnom videní mozog vyhodnocuje všetko, čo sa zobrazuje na ľavej polovici sietnice ako pravú časť priestoru a všetko, čo sa zobrazuje na pravej polovici sietnice ako ľavú časť priestoru.

Videnie je omnoho staršie ako výklad jeho vzniku. Preskúmanie činnosti oka ako orgánu reagujúceho na svetelné podnety trvalo veľmi dlho. Pochopenie fyzikálneho významu optického obrazu umožnilo v podstate formulovať základy na vysvetlenie vzniku obrazu v oku. Videnie a prisudzovanie polohy videným predmetom je záležitosť psychofyziologická. O tom, kde vidíme predmet alebo jeho skutočný či neskutočný obraz, rozhoduje smer svetelných lúčov vchádzajúcich do oka. Vekom získanou skúsenosťou hľadáme predmet, ktorého fyzikálny obraz sa utvára na sietnici v tom mieste, z ktorého vychádzajú svetelné lúče vchádzajúce do oka. Podmienkou zreteľného videnia predmetov, ich skutočných alebo neskutočných obrazov, je utvorenie skutočného obrazu na sietnici oka. Až optická sústava oka alebo jej podobná optická sústava, meniaci rozbiehavý svetelný zväzok na zbiehavý, spôsobí, že sa na očnej sietnici vytvorí skutočný obraz pozorovaného predmetu.

Príchod vzruchov do centrálného nervového systému a ich ďalšie spracovanie podmieňuje vznik pocitov a vnemov. Pocity a vnemy sú výsledkom bezprostredného pôsobenia predmetov a javov hmotného sveta na zmyslové orgány človeka. Psychológovia hovoria, že sú odrazmi objektívnej reality vo vedomí človeka. Napriek ich spoločnému pôvodu existujú medzi nimi určité rozdiely. V pocite sa zobrazujú jednotlivé kvality vonkajšieho sveta. Naproti tomu vnem je vždy komplexným odrazom predmetov a javov okolitého sveta v našom vedomí. V bežnom živote sa vyskytujú predovšetkým vnemy, pretože „čisté pocity“ sa v priebehu ľudského života vyskytujú málokedy. Čistý pocit je skôr výsledkom teoretickej abstrakcie psychickej činnosti človeka.

Každý zmyslový zážitok charakterizujú štyri základné vlastnosti: časovosť, priestorovosť, kvalita a intenzita. Všetko, čo vnímame zmyslami, má časovú podobu, je priestorovo lokalizované v okolitom svete, má nezameniteľnú kvalitu a určitý stupeň intenzity.

Informácie o okolitom svete získané zrakom si človek dopĺňa. Začína sa to uskutočňovať už v priebehu prvých mesiacov života na základe súčinnosti s ostatnými zmyslovými vnemami, najmä hmatom, ale aj sluchom. Vďaka tomu aj keď máme na sietnici prevrátený obraz, naučíme sa vidieť svet „hore nohami“. Globálny zrakový vnem, sprostredkovaný očami človeka, sa koriguje skúsenosťou získanou od narodenia.

Žiaci sa dosť nedôverčivo stavajú k tomu, že obraz na sietnici je prevrátený. Možno ich oboznámiť s experimentom, ktorý mal objasniť vnímanie obrazov okolitého sveta človekom (pokus s prizmatickými okuliarmi, poznámka na strane 64 - 65) alebo s obrazom dievčaťa s telefónom zachytenom na sietnici špeciálne skonštruovanou kamerou (obr. 1.12).

Teda skutočnosť, že okolitý svet vnímame priamy, neprevrátený, je nie fyzikálny, ale fyziologický jav. Avšak mnohokrát sa tejto oblasti nevenuje dostatok pozornosti. Učítelia fyziky sa pre krátkosť času spoliehajú na vedomosti získané na hodinách biológie a biológovia zase opačne. Naučenie a pochopenie celej problematiky potom ostáva na žiakovi samotnom. Ale ktoré fyzikálne poznatky by mali byť pre človeka bližšie ako sama fyzikálna stránka jeho fyziologických funkcií, jeho zmyslového vnímania?

Fyzika neobsahuje len matematické vzorce, ale tesne súvisí s reálnym svetom, je náukou o prírode. V poznávacom procese má experiment spolu s historickým pohľadom na získavanie poznatkov zvláštne postavenie, na ktoré by mal učiteľ vo vyučovacom procese stále zameriavať svoju pozornosť. Žiaci očakávajú, že sa pri vyučovaní fyziky budú konať experimenty. Pokusy na pozorovanie okolitého sveta priťahujú pozornosť svojou jednoduchosťou. Pri pozornom skúmaní odhalia podivuhodnú harmóniu a vzájomnú súvislosť javov v prírode. Farebná pestrosť interferenčných, ohybových a disperzných javov obvykle žiakov priťahuje a prebúdza ich záujem. Preto majú optické javy vyskytujúce sa v prírode vysokú motivačnú hodnotu. A to je aj hlavný didaktický význam týchto pokusov. Prebudiť záujem žiakov o novú tému. Predvedené demonštrácie ukazujú nielen zaujímavé, ale aj dôležité javy, objasnenie ktorých je podmienené nájdením príslušných fyzikálnych zákonov.

Pokus, fyzikálne pozorovanie a vyvodzovanie záverov z nich rozvíja u žiakov schopnosť správneho usudzovania. Preto samotná poznávacía činnosť žiakov je jedným z najdôležitejších činiteľov pri rozvíjaní schopnosti správneho usudzovania. Domáce experimenty - pokusy a pozorovania zahrnuté do tejto práce, možno uskutočniť prostriedkami, ktoré máme takpovediac „po ruke“. Žiak má tak možnosť rozvíjať svoje logické myslenie tým, že samostatne, či už doma alebo v prírode, demonštruje fyzikálne javy, analyzuje a porovnáva ich, hľadá v nich spoločné a rozdielne vlastnosti a vyvodzuje z nich závery.

Základnou podmienkou pre rozvíjanie myslenia v školskej fyzike je neúnavná snaha učiteľa o vyvolávanie myšlienkového aktivity žiakov. Úspechy učiteľa, ktorý to dokáže, sa mnohonásobne prejavujú v úrovni myslenia žiakov. Podnetom pre rozvoj činnosti žiakov môže byť aj hit s pred niekoľkými rokmi - - trojrozmerné obrázky, ktoré zaujali širokú verejnosť. Žiaci veľmi radi medzi sebou súťažia. Dokážu aj celé hodiny stráviť nad niečím, čo už sa iným podarilo, len aby sa aj oni vyrovnali svojim úspešným spolužiakom. O čo väčšia je ich chuť do práce, ak sa im to naozaj podarí. A ako hovorí *B. Franklin*: „Kto má trpezlivosť, dosiahne to, po čom túži.“

Dôsledkom fyzikálneho poznania je technika, ktorú každodenne používame, či už je to televízia, počítač alebo aj okuliare a iné optické pomôcky, bez ktorých sa mnohí z nás nezaobídú. Rozvoj fyziky priamo súvisí s túžbou človeka po objavovaní, zdokonaľovaní vecí a uľahčovaní si práce. Technický pokrok ide ruka v ruke s nekonečným procesom skúšania a zlepšovania, ale niekedy aj opätovného zavrnutia metód a technológií. Epochálne objavy nie sú pravidlom, skôr výnimkou. Mnohé z nich sa mohli urobiť len preto, lebo práve vtedy dozrel čas na veľkú technickú novinku. Práve vtedy im to umožnil dosiahnutý stupeň fyzikálnych a matematických poznatkov a technická úroveň výroby. A práve preto by sme si mali uvedomiť, že nakoľko dnes poskytneme priestor fyzike a jej objavovaniu a skúmaniu, natoľko môžeme zajtra počítať s vyriešením úloh a problémov, ktoré nás trápia v súčasnosti.

Rozvoj techniky predstavuje rozvoj tvorivého myslenia človeka. Sprístupňovanie dejín techniky, vecných súvislostí, môže poskytnúť kľúč k správne zaradeniu techniky do hierarchie hodnôt v živote človeka. Podstatne ovplyvniť budúcnosť ľudstva technickými prostriedkami môžu doposiaľ neprebádané oblasti. Ľudské poznatky narastajú. Časové obdobie zdvojnásobenia ľudských poznatkov pravdepodobne netrvá presne päť, možno šesť či sedem rokov. Niektorí znalci hovoria dokonca len o troch rokoch alebo o tri a pol roku. Tento interval sa však neustále skracuje. Do akej miery človek dokáže vnímať a progresívne využívať narastajúci príliv nových poznatkov a skúseností, ukáže až čas.

Mojím úsilím bolo urobiť prácu pútavou a vzbudiť ňou u žiakov a študentov záujem o fyziku. Práca je napísaná tak, aby bola prístupná učiteľom a študentom stredných škôl, aby učiteľovi pomohla zvýšiť kvalitu vyučovania a študentovi poskytla vedomosti, ktoré mu umožnia správne chápať a vysvetľovať javy, deje a zákonitosti reálneho sveta a dopomôžu mu pri utváraní fyzikálneho obrazu sveta. Obrazové vybavenie práce rozširuje jej použitie. Môže slúžiť ako učebnica, repetitórium i ako inšpirácia pre tvorbu výukových obrazových tabúl a ilustrácií.

Prvoradou úlohou učiteľa je vzbudiť v každom žiakovi živý záujem o vec, rozvíjať jeho intelekt. Či sa to podarilo touto prácou, nech odpovie sám čitateľ.

*„Ďakujem Ti, Bože Stvoriteľu, že si mi dal radosť z poznávania toho, čo si stvoril, a že som sa tešil z diela Tvojich rúk. Hľa, nádhery tvojho diela som odhalil ľudom, ktorí budú čítať moje závery, pokiaľ som len vedel v rámci svojho skromného rozumu v nich obsiahnuť ono nekonečné bohatstvo.“*

*/Johannes Kepler/*