

Alternativno vrednotenje znanja pri predmetu fizika

Alternative Assessment in Physics

Tilen Fidler

Srednja zdravstvena in kozmetična šola Maribor

Izvleček

Vrednotenje eksperimentalnega dela z ustreznimi povratnimi informacijami za učence in dijake pri pouku fizike je ključnega pomena za celovito razumevanje snovi in razvoj kritičnih miselnih sposobnosti. Eksperimentalno delo omogoča učencem ter dijakom aktivno sodelovanje pri procesu učenja, spodbuja radovednost ter omogoča povezavo med teoretičnim znanjem in praktičnimi izkušnjami. Klasične metode ustnega in pisnega ocenjevanja, ki se osredotočajo predvsem na razumevanje konceptov, lahko dopolnimo z vključevanjem ocenjevanja eksperimentalnega dela, kar omogoča bolj celovito in realistično oceno znanja. Z ustrezno uporabo vrednotenja eksperimentalnega dela lahko učitelji spodbudijo večjo angažiranost in motivacijo učencev ter prispevajo k boljšemu razumevanju fizikalnih konceptov tako v osnovni kot tudi v srednji šoli.

Ključne besede: eksperimentalno delo, kognitivne sposobnosti, medpredmetne povezave, metode ocenjevanja, vrednotenje

Abstract

Evaluation of experimental work with appropriate feedback for students in physics lessons is crucial for a comprehensive understanding of the subject and for developing critical thinking skills. Experimental work allows students to participate in learning actively, fosters curiosity, and facilitates the connection between theoretical knowledge and practical experience. Traditional methods of oral and written assessments, which primarily focus on understanding concepts, can be complemented by an evaluation of experimental work, providing a more comprehensive and realistic assessment of knowledge. By utilising experimental work evaluation appropriately, teachers can encourage greater engagement and motivation among students, contributing to a better understanding of physical concepts in elementary and secondary schools.

Keywords: experimental work, cognitive abilities, cross-curricular connections, assessment methods, evaluation

1 Uvod

Fizika je znanost, ki proučuje, kako delujejo stvari v vesolju. Obravnava vse, od najmanjših delcev, kot so kvarki, do ogromnih galaksij v vesolju. Fizika nam pomaga razumeti, zakaj se stvari premikajo, kako med seboj delujejo sile in zakaj svet deluje tako, kot deluje. Po televiziji in na spletu so na voljo dokumentarni filmi o raznih temah s področja fizike, ki pritegnejo milijone ljudi, v šoli pa je fizika običajno eden izmed manj priljubljenih predmetov. Delni razlog za to je učni načrt in morda ravno klasični način ocenjevanja, ki ga uporabljamo za vrednotenje znanja.

2 Klasično ocenjevanje pri predmetu fizike

Fizika je za učence in dijake osnovne šole zahtevna in spada na višjo taksonomsko stopnjo zaradi več razlogov, predstavljenih v nadaljevanju. Ocenjevanje znanja je zato toliko zahtevnejše, saj nekateri učenci in dijaki ne dosežejo niti minimalnih standardov, ki so potrebni za pozitivno oceno.

2.1 Abstraktni koncepti

Fizika se ukvarja z abstraktnimi koncepti in teorijami, ki jih še posebej učenci v zgodnji adolescenci težko razumejo. Abstraktno razmišljanje se nanaša na sposobnost razmišljanja o konceptih, idejah in odnosih prek konkretnih, oprijemljivih predmetov ali izkušenj, ki pa jih učenci kot dijaki v tej starostni skupini velikokrat še nimajo dovolj. Vključuje miselne procese, kot so sklepanje, reševanje problemov in razumevanje kompleksnih odnosov, ne da bi se zanašali izključno na konkretne primere. Abstraktno razmišljanje je bistvena kognitivna spretnost, ki se razvija postopoma, pri čemer otroci to sposobnost običajno začnejo kazati v zgodnji adolescenci in jo s popravljanjem nadaljujejo skozi odraslost. Abstraktno razmišljanje ima tudi ključno vlogo na različnih področjih, vključno z matematiko, znanostjo, filozofijo in umetnostjo. Posameznikom omogoča, da raziskujejo in razumejo kompleksne ideje onkraj območja neposrednih čutnih izkušenj [1].

2.2 Matematika pri pouku fizike

Fizika se močno opira na matematične enačbe za natančen opis fenomenov. Za razumevanje fizike v osnovni in srednji šoli so že potrebni dobro razumevanje vektorjev, ulomkov, preoblikovanje enačb, reševanje sistemov enačb ter razumevanje matematičnih simbolov in drugih pojmov. Če imajo učenci težave pri matematiki, preden spoznajo fiziko, bodo težave pri fiziki najverjetneje imeli tudi v srednji šoli. Razumevanje in uporaba teh matematičnih konceptov sta za večino učencev velik izziv. Medpredmetna povezava med fiziko in matematiko je glede na učni načrt obeh predmetov v Sloveniji zelo šibka [2].

2.3 Kritična miselnost

Fizika zahteva močne analitične in kritične miselne sposobnosti za reševanje problemov ter razumevanje osnovnih načel, kar predstavlja oviro pri mnogih učencih v osnovni šoli, saj možgani pri teh starostnih skupinah še niso dovolj razviti. Uporaba spomina je zelo pomembna, saj morajo učenci priklicati temeljna načela, zakone, enačbe in definicije v fiziki. Čeprav ta raven predstavlja nižje miselne procese, je temeljna za višje ravni kognitivnih procesov v fiziki. To vključuje razlago pojavov, tolmačenje podatkov in dokazovanje razumevanja snovi. Učenci morajo nato svoje razumevanje konceptov fizike uporabiti za reševanje problemov in obravnavanje realnih situacij. Učenci morajo uporabiti svoje znanje v novih kontekstih in pokazati sposobnost prenosa učenja na nove scenarije. V srednji šoli pa se to samo še stopnjuje [3].

3 Eksperimentalno delo

Upeljevanje eksperimentalnega dela je potrebno, da lahko učenci in dijaki razumejo osnove fizikalnih procesov. Eksperimentiranje je temeljno za razumevanje in navigacijo učenca pri pouku fizike. Učenci in dijaki prek eksperimentiranja aktivirajo svoje čute, radovednost in kognitivne sposobnosti, da lažje razumejo koncepte fizikalnih načel, razvijajo spretnosti in dojemajo povezavo med teorijo in prakso.

Po televiziji in na spletu so na voljo dokumentarni filmi o raznih temah s področja fizike, ki pritegnejo milijone ljudi, v šoli pa je fizika običajno eden izmed manj priljubljenih predmetov.

Učenci in dijaki prek eksperimentiranja aktivirajo svoje čute, radovednost in kognitivne sposobnosti, da lažje razumejo koncepte fizikalnih načel, razvijajo spretnosti in dojemajo povezavo med teorijo in prakso.

3.1 Čutila

Vsi ljudje fiziko raziskujejo prek čutov, kot so vid, sluh, tip in vonj. Opazujejo barve, oblike, teksture, zvoke in vonjave. Čuti nam pomagajo razumeti značilnosti fizikalnih načel in njihove okolice.

3.2 Radovednost

Otroci so naravno radovedna bitja, ki jih žene želja po razumevanju neznanega. Postavljajo vprašanja, iščejo odgovore in eksperimentirajo s pripomočki in pojavi, da bi zadovoljili svojo radovednost. Z raziskovanjem se učijo o vzročno-posledičnih odnosih in načelih, ki vladajo pri fizikalnih zakonih. Učenci in dijaki pri pouku raziskujejo z interakcijo.

Uporabljajo pripomočke, da odkrivajo fizikalne zakonitosti ter fizikalne lastnosti teles in snovi. Fizično raziskovanje pomaga pri razvoju motoričnih sposobnosti, prostorske zavesti in koordinacije pri nadaljnjem laboratorijskem delu.

3.3 Kognitivno raziskovanje

Učenci in dijaki se v kognitivno raziskovanje vključujejo z eksperimentiranjem, idejami, reševanjem problemov in razumevanjem svojih opazovanj in izkušenj. Srečajo se v vlogi raziskovalca, konstruirajo mentalne modele in preizkušajo hipoteze, ki so jih spoznali pri uri fizike [4]. Kognitivno raziskovanje spodbuja kritično mišljenje, ustvarjalnost in intelektualno rast. Na splošno je kognitivno raziskovanje ključni del človeškega razvojnega procesa, ki oblikuje njegovo razumevanje o predmetu. Spodbujanje in podpiranje eksperimentiranja spodbujata radovednost, učenje in rast skozi šolanje [5].

4 Vrednotenje eksperimentalnega dela

Tako otroci kot mladostniki kažejo naravno radovednost za svet okoli sebe, kar lahko prav učenje fizike naredi zabavno in zadovoljujoče. Eksperimentalni del fizike je pomemben del poučevanja v osnovni šoli, saj lahko z eksperimenti pritegnemo pozornost dijakov te starostne skupine. Klasično ocenjevanje se osredotoča predvsem na razumevanje konceptov, vendar bi bilo zaradi zgoraj navedenih razlogov smiselno vključiti tudi ocenjevanje eksperimentalnega dela. Zato je tudi pomembno, da se več pozornosti nameni eksperimentalnemu delu in da se to delo tudi ovrednoti, bodisi s samostojno oceno ali kot del ustnega in pisnega ocenjevanja. Učenec ali dijak lažje razume in pojasni poskus, ki ga je naredil med učno uro, kot pa razume vse druge koncepte teorije fizike, ki so mu bili predstavljeni brez eksperimentalnega dela. Pri ocenjevanju eksperimentalnega dela je pomembno uporabiti jasne kriterije, merila in metode ocenjevanja, ki zajemajo načrtovanje, izvedbo, zbiranje podatkov in analizo eksperimentov. Eksperimentalno delo bi na primer lahko bilo vključeno v ustno ali pisno ocenjevanje. Učenci in dijaki bi lahko opravljali eksperimente in nato pri ustnem ocenjevanju pojasnili svoje rezultate in ugotovitve. To bi omogočilo celovitejše ocenjevanje njihovega razumevanja fizikalnih konceptov [6]. Pri ocenjevanju znanja je treba ob načelih pedagoške stroke seveda upoštevati še zahteve učnega načrta za pouk fizike v osnovni in srednji šoli [7] ter pravilnika o ocenjevanju znanja [8].

4.1 Kriteriji vrednotenja eksperimentalnega dela

Ocenjevanje učencev in dijakov med eksperimentalnim delom v fiziki običajno vključuje ocenjevanje več vidikov njihovega dela in razumevanja. Priprava: ocenimo lahko, kako dobro se je dijak pripravil na eksperiment. To vključuje razumevanje teoretičnih ozadij, pregled ustreznih konceptov in seznanjenost s postopkom eksperimenta. Učencu zagotovimo konstruktivne povratne informacije, ki poudarjajo njegove močne točke in področja za izboljšanje. Spodbudi se refleksija njegovega dela in ponudijo se usmeritve, kako izboljšati svoje veščine pri prihodnjih eksperimentih. Določiti moramo jasna ocenjevalna merila ali rubrike, ki obravnavajo pričakovanja za vsak vidik eksperimentalnega dela. To pomaga zagotoviti poštenost in doslednost ocenjevanja. Nekateri kriteriji so predstavljeni v nadaljevanju [9].

Učenci in dijaki se z raziskovanjem učijo o vzročno-posledičnih odnosih in načelih, ki vladajo pri fizikalnih zakonih.

Določiti moramo jasna ocenjevalna merila ali rubrike, ki obravnavajo pričakovanja za vsak vidik eksperimentalnega dela. To pomaga zagotoviti poštenost in doslednost ocenjevanja.

4.1.1 Eksperimentalna tehnika

Oceni se sposobnost natančnega in varnega izvajanja eksperimenta. Upoštevati moramo dejavnike, kot so pravilno ravnanje z opremo, spoštovanje varnostnih protokolov in natančnost meritev.

4.1.2 Zbiranje podatkov

Oceni se kakovost podatkov, zbranih med eksperimentom. Iščeta se natančnost in doslednost podatkov, ki jih je učenec ali dijak zbral.

4.1.3 Analiza podatkov

Oceni se sposobnost analize podatkov, pridobljenih iz eksperimenta. Ocenita se razumevanje ustreznih matematičnih in statističnih tehnik ter njegova interpretacija rezultatov.

4.1.4 Kritično razmišljanje

Oceni se veščina kritičnega razmišljanja med izvajanjem eksperimenta. To vključuje njegovo sposobnost prepoznavanja virov napak, predlaganja izboljšav eksperimentalne postavitve in oblikovanje pomembnih zaključkov na osnovi podatkov.

4.1.5 Komunikacija

Preveri se, kako učinkovito dijak komunicira o svojih ugotovitvah. To vključuje jasnost pisnih ali ustnih poročil, organizacijo podatkov in rezultatov ter uporabo ustreznih znanstvenih izrazov.

4.1.6 Reševanje problemov

Ocenijo se veščine reševanja problemov, ki jih je dijak pokazal med izvajanjem eksperimenta. To lahko vključuje njegovo sposobnost odpravljanja težav pri eksperimentu, prilagajanja nepričakovanim izzivom in uporabo teoretičnega znanja v praktičnih situacijah.

Zgoraj naštetе kategorije od 4.1.1 do 4.1.6 lahko najdemo v učnem načrtu za pouk fizike v osnovni šoli [7] med splošnimi cilji.

4.2 Vrednotenje eksperimentalnega dela med ustnim in pisnim ocenjevanjem

Vrednotenje znanja se nanaša na proces ocenjevanja razumevanja in sposobnosti pri določenem predmetu ali področju učenja, v tem primeru fizike. Ta proces vključuje uporabo različnih metod za pridobivanje informacij o tem, koliko in kako dobro učenec ali dijak obvlada gradivo. Vrednotenje znanja v fiziki je ključno za zagotavljanje učinkovitega poučevanja in za zagotavljanje, da dijaki pridobijo potrebno znanje in veščine za uspeh pri predmetu [10]. H klasičnemu ustnemu ali pisnemu ocenjevanju lahko zdaj dodamo še dodatna vprašanja, ki se nanašajo na eksperimentalno delo. Primer klasičnega ocenjevanja bi bil: dijak odgovori na tri teoretska vprašanja in reši dve računski nalogi pred tablo. Njegovo znanje se ovrednoti glede na število točk, ki jih je dosegel z odgovori na ta vprašanja [11].

5 Alternativno vrednotenje znanja

Primer alternativnega vrednotenja znanja vključuje tudi vrednotenje eksperimentalnega dela. Vrednoti se tako, da se na učenca ali dijaka izvaja minimalni pritisk. Proces poteka takole: učenec ali dijak na belem listu papirja dobi eno vprašanje iz eksperimentalnega dela, eno vprašanje iz teorije ter dve računski nalogi, eno nižje taksonomske stopnje in eno višje taksonomske stopnje. Vsa štiri vprašanja so lahko med seboj povezana.

Preprost primer, ki sem ga izvajal na osnovni šoli, je bilo preverjanje znanja, pri katerem je učenec razložil, kako deluje influenčni stroj. Učenec razloži, da ima influenčni stroj več vrtečih se diskov, ki se ob vrtenju dotikajo in drgnejo ob kovinske krtačke. Trenje povzroči, da se na diskih nabere električni naboj. To je podobno, kot ko z roko drgneš balon in ga nabiješ z električnim nabojem. Na diskih se postopoma kopiči čedalje več električnega naboja, ki se

Vrednotenje znanja v fiziki je ključno za zagotavljanje učinkovitega poučevanja in za zagotavljanje, da dijaki pridobijo potrebno znanje in veščine za uspeh pri predmetu.

potem prenese na določene dele stroja, kjer se shrani (kondenzator). Ko se nabere dovolj naboja, lahko preskoči iskra med dvema deloma stroja. Ko učenec izvede eksperiment, dobi dodatno podvprašanje, kaj je kondenzator, kakšno vlogo ima v influenčnem stroju in kje vse ga uporabljamo. Na Srednji zdravstveni in kozmetični šoli v Mariboru pa od dijakov zahtevam nekoliko višjo raven razumevanja, saj jih veliko izbere študij radiologije in podobno.

Dijak izvede in razloži eksperiment enako kot v osnovni šoli ter dodatno izračuna še napetost prek prebojne razdalje. To izvede tako, da zmanjšuje razdaljo med ploščama (če uporablja ploščate kondenzatorje), dokler ne opazi preboja (iskre). S kljunastim merilom izmeri razdaljo (d), nato pa uporabi znano vrednost prebojne električne jakosti zraka ($E = 3 \cdot 10^6 \frac{V}{m}$). Z enačbo

$$U = E \cdot d \quad (1)$$

tako izračuna napetost med ploščama. Naslednji račun višje taksonomske stopnje bi nato bil izračun kapacitivnosti kondenzatorja in energije, ki se shrani v kondenzatorju. Dijak nadaljuje eksperiment tako, da z ravnilom izmeri premer plošče ter izračuna njeno ploščino (S). Z upoštevanjem dielektrične konstante vakuumu ($\epsilon_0 \approx 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{F}{m}$) zdaj izračuna kapacitivnost (C) kondenzatorja

$$C = \epsilon_0 \cdot \frac{S}{d} \quad (2)$$

in energijo (W)

$$W = \frac{1}{2} CU, \quad (3)$$

shranjeno na kondenzatorju iz predhodno izračunanih podatkov. Iz teh izmerjenih in izračunanih podatkov je mogoče izračunati še preostale količine.

Namesto da dijak stoji pred tablo, naloge rešuje v klopi pred učiteljem (če želi, lahko tudi pred tablo). Če so učenci ali dijaki ocenjeni pred celotnim razredom, lahko na oceno vpliva tudi stopnja samozavesti. Nekateri dijaki občutijo večji pritisk in anksioznost, ko so ocenjeni pred razredom, in to negativno vpliva na njihovo uspešnost in rezultat. Na koncu je pomembno, da učitelji in profesorji upoštevajo individualne potrebe in preference svojih učencev in dijakov pri določanju najboljšega pristopa k ocenjevanju, saj želimo poiskati znanje in ne neznanja.

Učenec ali dijak se v miru pripravi in odgovori na vprašanja ter reši naloge. Odgovore in rešitve nato predstavi učitelju ali profesorju, ko je pripravljen, ter razloži, kako je prišel do danega rezultata. Medtem ko rešuje naloge, ga izpraševalec lahko opozori ali popravi, da lahko naloge uspešno dokonča. Ker je vključeno tudi ustno preverjanje znanja, naj ima učenec ali dijak možnost postaviti vprašanja in podvprašanja, če potrebuje dodatno pomoč. Nato naj se mu pomaga z nasveti in temu primerno dodeli tudi oceno.

Pri vrednotenju eksperimentalnega dela se upošteva tudi, kako dobro je bil eksperiment izveden, vključno z natančnostjo in natančnostjo meritev, upoštevanjem varnostnih protokolov ter sposobnostjo učinkovitega sledenja eksperimentalnim postopkom. Upošteva naj še natančnost in celovitost podatkov, zbranih med eksperimentom, pa tudi, ali so bila uporabljena ustrezna orodja in tehnike za zbiranje podatkov ter ali je bilo zbranih dovolj podatkovnih točk za podajanje pomembnih zaključkov. Oceniti se lahko tudi sposobnost analize podatkov, vključno z uporabo ustreznih matematičnih izračunov, statističnih metod (če je ustrezno) in grafičnih prikazov za analizo in interpretacijo rezultatov [12].

6 Zaključek

Učenci in dijaki v osnovni in srednji šoli se srečujejo z razumevanjem fizike in vrednotenjem tega razumevanja. Soočajo se z naravo fizikalnih konceptov, medpredmetnimi povezavami in pomembnostjo eksperimentalnega dela pri spodbujanju razumevanja in vrednotenja znanja.

Svoje kognitivne sposobnosti, ki vplivajo na njihovo sposobnost razumevanja abstraktnih idej, razvijajo skozi eksperimentalno delo in spoznavajo vlogo učenja ob eksperimentiranju pri povezovanju teoretičnih konceptov s praktičnimi aplikacijami v resničnem svetu, zato je

Učenci in dijaki svoje kognitivne sposobnosti, ki vplivajo na njihovo sposobnost razumevanja abstraktnih idej, razvijajo skozi eksperimentalno delo in spoznavajo vlogo učenja ob eksperimentiranju pri povezovanju teoretičnih konceptov s praktičnimi aplikacijami v resničnem svetu.

pomembno, da se eksperimentalno delo ovrednoti kot individualno oziroma samostojno področje. Tako bi učitelji bolje ovrednotili razumevanje in spretnosti dijakov. Z obravnavanjem teh izzivov in s poudarkom na praktičnem eksperimentiranju lahko učitelji v osnovni šoli izboljšajo angažiranost in razumevanje fizikalnih konceptov pri učencih in dijakih.

Viri

- [1] Hestenes, D., Wells, M., in Swackhamer, G. (1992). Force Concept Inventory. *The Physics Teacher*, 30(3), 141–158. <https://doi.org/10.1119/1.2343497>
- [2] Redish, E. F. (2005). Problem Solving and the Use of Math in Physics Courses. *American Journal of Physics*, 73(5), 433–436. <https://doi.org/10.1119/1.1845981>
- [3] Paul, R., in Elder, L. (2006). *Critical thinking: Learn the tools the best thinkers use*. Pearson Education.
- [4] White, R. T. (1996). The link between the laboratory and learning. *International Journal of Science Education*, 18(7), 761–774. <https://doi.org/10.1080/0950069960180703>
- [5] Gopnik, A., Meltzoff, A. N., in Kuhl, P. K. (1999). *The scientist in the crib: Minds, brains, and how children learn*. William Morrow.
- [6] Millar, R. (2004). The role of practical work in the teaching and learning of science. *High School Science Laboratories: Role and Vision*, 1, 59–69. <https://doi.org/10.17226/11311>
- [7] Verovnik, I., idr. (2011). *Program osnovna šola, FIZIKA, Učni načrt* https://www.gov.si/assets/ministrstva/MVI/Dokumenti/Osnovna-sola/Ucni-nacrti/obvezni/UN_fizika.pdf (2. 9. 2024)
- [8] *Pravilnik o preverjanju in ocenjevanju znanja ter napredovanju dijakov v osnovni šoli*, <https://pisrs.si/pregledPredpisa?id=PRAV11583> (2. 9. 2024)
- [9] Kovačič, G., in Jereb, E. (2012). *Fizika za srednje šole*. DZS.
- [10] National Research Council. (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/13165>
- [11] Black, P., in Wiliam, D. (1998). Assessment and Classroom Learning. *Assessment in Education: Principles, Policy in Practice*, 5(1), 7–74. <https://doi.org/10.1080/0969595980050102>
- [12] Nicol, D. J., in Macfarlane-Dick, D. (2006). Formative assessment and self-regulated learning: A model and seven principles of good feedback practice. *Studies in Higher Education*, 31(2), 199–218. <https://doi.org/10.1080/03075070600572090>