
PRELIMINARY EXAMINATION OF TEACHERS' ATTITUDES TO TEACHING APPROACHES IN THE PROCESSING OF CONTENT ON WEIGHTLESSNESS

Ivana Krulj

The Academy of Applied Technical and Preschool Studies, Department Vranje, Republic of Serbia
ivana.krulj@akademijanis.edu.rs

Abstract: This study explores teaching approaches and understanding of the concept of weightlessness among physics teachers in the context of secondary schools. The research objective was to analyze how teachers present and explain the concept of weightlessness and what methods they use in their teaching to promote understanding among students. For the purpose of the study, a group of teachers who were interested in cooperating completed a questionnaire consisting of questions about their understanding of weightlessness, ways in which they present it in their teaching, and methods for assessing students' understanding. Additionally, teachers had the opportunity to share their experiences in using demonstration experiments and other teaching resources that aid in explaining this concept.

The analysis of teachers' responses indicated diversity in their definition of weightlessness and their understanding of weight and mass as different concepts. While some teachers successfully integrated the concept of weightlessness into their teaching and conveyed it to students, others faced challenges in explaining and understanding this concept. Teachers employed various methods to assess students' understanding, including asking questions related to the definition and examples of weightlessness, the difference between weight and the force of gravity, the influence of other forces, and situations leading to weightlessness. Moreover, it is notable that teachers used a range of demonstration experiments and online resources to illustrate and elucidate this concept to students. This included the use of PhET simulations, video recordings from space stations, and various physics websites.

The discussion of the research findings highlights the need for further research and development of teaching approaches to enhance understanding and learning about weightlessness among secondary school students. It is crucial for teachers to have a clear and precise understanding of this concept in order to effectively convey knowledge and encourage students to gain a deeper understanding of the topic. Additionally, the importance of utilizing diverse teaching resources and methods that can aid in visualizing and providing practical experiences of weightlessness is emphasized. Further research in this field can focus on the development and evaluation of effective teaching approaches and strategies for better understanding weightlessness among students. Additionally, other physics-related topics that require further investigation and the development of teaching approaches can be explored. Overall, the perspective of this study is promising as it provides a foundation for further research and improvement of teaching approaches related to physics, particularly concerning the concept of weightlessness.

Keywords: weightlessness, teaching approaches, physics teachers, practical experience

PRELIMINARNO ISPITIVANJE STAVOVA NASTAVNIKA O NASTAVNIM PRISTUPIMA U OBRADI SADRŽAJA O BESTEŽINKOM STANJU

Ivana Krulj

Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija, Odsek Vranje, Srbija
ivana.krulj@akdemijanis.edu.rs

Rezime: Ovaj rad istražuje nastavne pristupe i razumevanje pojma bestežinskog stanja među nastavnicima fizike u kontekstu srednjih škola. Cilj istraživanja je bio analizirati kako nastavnici predstavljaju i objašnjavaju koncept bestežinskog stanja, kao i kakve metode koriste u nastavi radi podsticanja razumevanja kod učenika.

Za potrebe istraživanja, grupa zainteresovanih nastavnika fizike (14) je popunila upitnik koji se sastojao od pitanja o njihovom razumevanju bestežinskog stanja, načinima na koje ga predstavljaju u nastavi, kao i o metodama provere razumevanja učenika. Pored toga, nastavnici su imali mogućnost da podele svoje iskustvo u korišćenju demonstracionih eksperimenata i drugih nastavnih resursa koji pomažu u objašnjavanju ovog koncepta.

Analiza odgovora nastavnika je ukazala na raznolikost u njihovom definisanju težine tela i razumevanju težine i mase kao različitih koncepata. Dok su neki nastavnici uspešno integrirali pojam bestežinskog stanja u svoju nastavu i preneli ga učenicima, drugi su se suočili sa izazovima u objašnjavanju i razumevanju ovog koncepta.

Nastavnici su koristili različite metode provere razumevanja učenika, postavljajući im pitanja koja se odnose na definiciju i primere bestežinskog stanja, razliku između težine i sile Zemljine teže, uticaj drugih sila i situacije koje

dovode do bestežinskog stanja. Pored toga, primetno je da su nastavnici koristili razne demonstracione eksperimente i internet resurse kako bi ilustrovali i približili ovaj koncept učenicima. To uključuje korišćenje PhET simulacija, video zapisa sa svemirske stanice i raznih sajtova za fiziku. Diskusija o rezultatima istraživanja ukazuje na potrebu za daljim istraživanjem i razvojem nastavnih pristupa kako bi se unapredilo razumevanje i učenje o bestežinskom stanju među učenicima srednjih škola. Važno je da nastavnici imaju jasno i precizno razumevanje ovog koncepta kako bi mogli efikasno preneti znanje i podstaći učenike da steknu dublje razumevanje ove teme. Takođe, ističe se značaj korišćenja raznovrsnih nastavnih resursa i metoda koje mogu pomoći u vizualizaciji i praktičnom iskustvu bestežinskog stanja. Dalje istraživanje u ovoj oblasti može se fokusirati na razvijanje i evaluaciju efektivnih nastavnih pristupa i strategija za bolje razumevanje bestežinskog stanja među učenicima. Takođe, mogu se istražiti i druge teme u vezi sa fizikom koje zahtevaju dalje istraživanje i razvoj nastavnih pristupa. Sveukupno, perspektiva ovog rada je takva da pruža osnovu za dalje istraživanje i unapređenje nastavnih pristupa, posebno kada je u pitanju koncept bestežinskog stanja.

Ključne reči: bestežinsko stanje, nastavni pristupi, nastavnici fizike, praktično iskustvo

1. UVOD

Lokalno nestajanje gravitacionog polja u slobodno padajućem sistemu reference posledica je njegove neinercijalnosti tj. ubrzanog kretanja. Ajnštajn je razmišljajući o ovome došao na ideju da je gravitaciono polje relativno. Jednakost gravitacione i inertne mase je ključna za donošenje ovog zaključka. U Njutnovoj mehanici jednakost pomenutih masa se smatra spletom okolnosti zbog kojih sva tela pri slobodnom padu² imaju isto ubrzanje. Ajnštajnova ideja je da jednakost ovih dveju masa nije slučajna već da predstavlja manifestaciju ekvivalentnosti koja postoji u prirodi između gravitacije i inercije. U skladu sa Opštom teorijom relativnosti, tela se uvek kreću po inerciji, odnosno po geodezijskim linijama-linijama najkraćih rastojanja između dveju izabranih tačaka. Iako je realno gravitaciono polje Zemlje centralno, u malim delovima prostora može se smatrati homogenim, te pri slobodnom padu za male puteve (kakvi su u laboratorijskim uslovima) važi princip ekvivalencije (Nešić, 2012).

Fizika se u srednjim školama izučava kao opšteobrazovni ili kao stručni predmet u zavisnosti od obrazovnog profila, sa različitim fondom časova u toku školovanja koje je ili trogodišnje ili četvorogodišnje. Kroz definisanje opšte predmetne kompetencije iskazuje se, pored ostalog i očekivanje da se razvija istraživački odnos prema okruženju kroz eksperimentalni rad kojim se upoznaje naučni metod i razumevanje prirode nauke i naučnoistraživačkog rada. Specifične predmetne kompetencije, pored ostalog, obuhvataju sposobnost prikupljanja podataka o svojstvima i promenama pojava i sistema. Nove tehnologije i onlajn resursi doveli su do novih načina podučavanja i učenja. Značajna promena u nastavnim pristupima odigrava se pojavom simulacija, veštačke inteligencije i virtuelne stvarnosti u osnovi kojih je velika interaktivnost. Novi alati postavljaju pred nastavnike nove zadatke osmišljavanja novih nastavnih pristupa za današnje učenike, koji su odrasli uz ekrane i nove tehnologije (Ozan, 2009; Krulj 2022; Perkins 2006). Sa druge strane nove ideje za realne eksperimente koje nastavnici širom sveta publikuju otvaraju mogućnosti za dodatne inovacije nastavnih pristupa (Balukovic&Slisko 2018; Bozzo 2020; Krulj&Sliško 2023). Strukovne studije nekoliko studijskih programa koje se realizuju u instituciji autora rada kao opšteobrazovne predmete sadrže Fiziku, odnosno Fiziku 1 i Fiziku 2. Kurikulumi ovih predmeta obuhvataju i sadržaje koje je, uslovno rečeno, teže realizovati jednostavnim demonstracijama. Mnogi studenti na studije dolaze iz srednjih škola u kojima se fizika nije izučavala ili se izučavala u znatno manjem obimu nego što je to slučaj u gimnaziji. Ipak kurikulumi navedenih predmeta donekle podrazumevaju neka predznanja i usvojene koncepte za koje se vrlo često ispostavi da izostaju ili da nisu na pravi način formirani. Zato je od značaja imati uvide kakvi su nastavni pristupi, kada je reč o nastavi fizike, na douniverzitetkom obrazovanju, i istražiti stavove nastavnika o pojedinim nastavnim temama, posebno ako se ima u vidu da se česte alternativne koncepcije kod studenata prepoznaju kao alternativne koncepcije njihovih bivših nastavnika (Dognia& Dah, 2023).

2. MATERIJAL I METOD

U preliminarnom istraživanju učestvovala je grupa zainteresovanih nastavnika, odgovarajući, bez identifikacije, na pitanja iz upitnika -google form tipa. Izvršena je deskriptivna analiza njihovih odgovora sa ciljem prepoznavanja homogenosti ili nemogenosti odgovora na pojedina pitanja. Preliminarno istraživanje je zapravo pilot istraživanje koje prethodi istraživanju koje će obuhvatiti veću populaciju nastavnika i kojim će biti dati upitnici sa ponuđenim odgovorima baziranim na odgovorima dobijenim na osnovu inicijalnih odgovora motivisanih nastavnika kada je u pitanju pružanje objašnjenja i odgovora detaljno narativno. Ključna pitanja na koja su nastavnici odgovarali bila su: *Kako definišete težinu tela na časovima, Na čemu insistirate kada proveravate razumevanje pojma težina, Kada u*

² Telo slobodno pada kada se kreće samo pod delovanjem gravitacione sile.

toku nastave uvodite pojam bestežinskog stanja, Kako definišete pojam bestežinskog stanja, Koja pitanja postavljate kada uvodite pojam bestežinskog stanja, Opišite demonstracione ogledе koje koristite u obradi bestežinskog stanja, Koje internet resurse koristite, Sa kojim temama ostvarujete korelaciju teme bestežinskog stanja.

3. REZULTATI

Analiza odgovora nastavnika fizike na pitanje "Kako definišete težinu tela na časovima?" pokazuje da postoji nekoliko zajedničkih elemenata u njihovim definicijama. Većina nastavnika izražava težinu tela kao silu kojom telo deluje na neko drugo telo ili podlogu na kojoj se nalazi. Neki navode da je težina sila kojom telo pritiska podlogu na kojoj se nalazi ili zateže nit o koju je obešeno, a ova sila je posledica gravitacionog delovanja Zemlje. Težinu tela takođe opisuju kao silu koja deluje normalno na podlogu ili zateže nit o koju je obešeno. Neki nastavnici naglašavaju da telo ima težinu samo kada je obešeno ili pritiska podlogu, dok nema težinu kada slobodno pada. Opisana je i napadna tačka težine tela, koja se može nalaziti u tački vešanja tela ili tački dodira tela i podloge. Neki nastavnici napominju da telo ima težinu samo kada deluje silom na podlogu ili kada zateže nit o koju je obešeno. Kada telo slobodno pada, ne deluje sila težine.

Analiza odgovora nastavnika fizike na pitanje "Na čemu insistirate kada proveravate razumevanje pojma težine kod učenika?" pokazuje da postoji nekoliko ključnih elemenata na koje nastavnici posebno insistiraju prilikom provere razumevanja pojma težine kod učenika. Prvo, nastavnici naglašavaju razliku između mase i težine. Oni žele da učenici razumeju da masa predstavlja količinu materije u telu i da je konstantna veličina, dok je težina sila kojom telo deluje na podlogu ili zateže nit o koju je obešeno. Ova razlika se ističe kao važna i učenicima se pridaje posebna pažnja u njihovom razumevanju. Drugo, nastavnici insistiraju na razumevanju da je težina sila i da se kao takva tretira. Učenici treba da razumeju da težina tela može biti opisana kao vektorska fizička veličina, koja zavisi od položaja tela. Takođe se naglašava se da je težina povezana sa masom tela, ali je važno napraviti jasnu razliku između ova dva koncepta. Treće, nastavnici žele da učenici budu upoznati sa konceptom napadnih tačaka težine. Učenici treba da znaju gde se nalazi napadna tačka težine tela i da budu sposobni da je nacrtaju odnosno označe. Dodatno, neki nastavnici naglašavaju primere iz svakodnevnog života kako bi učenicima pomogli da bolje razumeju koncept težine. Upotreba praktičnih primera može pomoći učenicima da povežu apstraktne koncepte sa stvarnim situacijama i primenom u svakodnevnom životu.

Analiza odgovora nastavnika fizike na pitanje "Kada u toku nastave uvodite pojam bestežinskog stanja?" pokazuje da postoji neka varijacija u tome kada nastavnici uvode pojam bestežinskog stanja tokom nastave. Jedan nastavnik uvodi pojam bestežinskog stanja u 6. razredu tokom obrade težine i nakon toga u 7. razredu tokom obrade gravitacije. Drugi nastavnik ga uvodi u sedmom razredu tokom obrade gravitacionog polja. Nastavnik takođe navodi da se pojam bestežinskog stanja obrađuje u 6. razredu prilikom razmatranja razlike između mase i težine. Takođe daje konkretne primere, poput jabuke koja nema težinu dok pada, kao i situacije u kojima se nalazimo u liftu koji se kreće naniže. Još jedan nastavnik navodi da se pojam bestežinskog stanja uvodi u 6. razredu. Jedan nastavnik uvodi pojam bestežinskog stanja kada obrađuje težinu u 6. razredu. Drugi nastavnik ga uvodi kada objašnjava šta se dešava kada se prekine nit o kojoj je neko telo okačeno. Postoji i nastavnik koji navodi da se pojam bestežinskog stanja uvodi u 6. razredu, ali u manjem obimu, dok se dalje detaljnije obrađuje u 7. razredu. Konačno, jedan nastavnik ističe da se pojam bestežinskog stanja uvodi nakon što učenik usvoji pojam gravitacionog polja. Drugi nastavnici uvode pojam bestežinskog stanja u 7. razredu, posebno kada se obrađuje gravitacija ili gravitaciono polje. U ovoj fazi nastave, učenici već imaju solidno razumevanje mase i težine, pa se koncept bestežinskog stanja dodatno produbljuje. Nastavnici mogu da istaknu kako gravitacija utiče na kretanje tela i da objasne pojmove kao što su slobodni pad, inercijalna masa i efekti bestežinskog stanja u određenim situacijama. Takođe, pojedini nastavnici obrađuju pojam bestežinskog stanja u kontekstu specifičnih situacija, poput prekidanja niti o kojoj je neko telo okačeno. Ova praktična ilustracija pomaže učenicima da razumeju kako prekidanje veze sa osloncem može dovesti do bestežinskog stanja i uticati na kretanje tela.

Analiza odgovora nastavnika fizike na pitanje "Kako definišete pojam bestežinskog stanja?" pokazuje različite načine na koje nastavnici definišu pojam bestežinskog stanja. Neki nastavnici definišu bestežinsko stanje kao odsustvo gravitacije, gde je gravitaciono ubrzanje (g) jednako nuli. Ova definicija naglašava da u tom stanju nema delovanja gravitacione sile na tela. Drugi nastavnici definišu bestežinsko stanje kao stanje u kojem gravitaciona sila ima zanemarljivo delovanje na fizička tela. Ova definicija ukazuje da u tom stanju gravitaciona sila nije značajna u poređenju sa drugim silama koje deluju na telo. Postoji i definicija koja ističe da bestežinsko stanje nastaje kada telo nema težinu zbog odsustva rezultujućeg gravitacionog delovanja. To se može dogoditi u situacijama slobodnog pada ili kada podloga na kojoj se telo nalazi slobodno pada. Neki nastavnici definišu bestežinsko stanje kao stanje u kojem tela nemaju težinu. Ova definicija ističe da težina tela ne deluje u tom stanju. Takođe se navodi da bestežinsko stanje predstavlja stanje u kojem lokalno ne postoji gravitaciono polje. Ova definicija sugerise da u tom

stanju nema gravitacionog uticaja na telo na određenom mestu. Jedan nastavnik ilustruje bestežinsko stanje objašnjavajući šta bi se dogodilo kada bi lift slobodno padao sa ubrzanjem koje je jednako ubrzanju slobodnog pada. Ova definicija se fokusira na situaciju u kojoj telo ne doživljava osećaj težine zbog slobodnog pada. Još jedan nastavnik definiše bestežinsko stanje kao stanje tela kada na njega deluje sila Zemljine teže, ali ne pritiska podlogu niti zateže nit o kojoj je telo okačeno. Ova definicija ističe da telo može biti u bestežinskom stanju uprkos prisustvu gravitacione sile. Postoji i definicija koja navodi da telo nema težinu dok slobodno pada. Ova definicija naglašava da težina tela nije prisutna tokom slobodnog pada. Neki nastavnici naglašavaju da je bestežinsko stanje stanje u kom telo doživljava samo silu Zemljine teže i da, budući da nema podloge ispod tela, nema ni težine. Ova definicija povezuje bestežinsko stanje sa delovanjem sile Zemljine teže na telo. Konačno, jedan nastavnik definiše bestežinsko stanje kao stanje tela u inercijalnom sistemu referencije u kojem postoji ravnoteža sila, pre svega gravitacionih i inercijalnih. Takođe se spominje da u opštoj teoriji relativnosti bestežinsko stanje predstavlja stanje tela koje se kreće geodezijskom linijom u prostor-vremenskom kontinuumu.

Na osnovu ovih odgovora, može se zaključiti da nastavnici fizike definišu bestežinsko stanje na različite načine, uključujući odsustvo gravitacije, zanemarljivo delovanje gravitacione sile, odsustvo težine tela, lokalno odsustvo gravitacionog polja, slobodan pad tela i ravnotežu sila. Ove definicije ukazuju na različite aspekte bestežinskog stanja i ilustruju kako se ono može javiti u različitim situacijama.

Na osnovu ovih odgovora, može se zaključiti da postoji varijacija u tome kada se pojam bestežinskog stanja uvodi tokom nastave fizike. Većina nastavnika ga uvodi u 6. razredu tokom obrade težine, ali neki ga obrađuju i u 7. razredu, posebno prilikom obrade gravitacije ili gravitacionog polja. Takođe se primećuje da neki nastavnici uvode pojam bestežinskog stanja u manjem obimu u nižim razredima, dok se dalje razrađuje i detaljnije obrađuje u višim razredima

Analiza odgovora nastavnika fizike na pitanje "Koja pitanja postavljate kada proveravate razumevanje bestežinskog stanja?" ukazuje na različite aspekte koje nastavnici ističu pri proveri razumevanja učenika. Jedan od pristupa je da se učenici podstiču da izračunaju svoju težinu na Zemlji, Mesecu i Suncu. Ovaj pristup ima za cilj da učenici primene koncepte težine i gravitacije na različite uslove. Neki nastavnici jednostavno traže od učenika da navedu primere bestežinskog stanja. Ovo je prilika da učenici pokažu svoje razumevanje situacija u kojima telo nema težinu. Postoje nastavnici koji proveravaju razumevanje koncepta bestežinskog stanja tako što direktno postavljaju pitanje "Kada je telo u bestežinskom stanju?". Ovo pitanje zahteva da učenici prepoznaju uslove i situacije u kojima je težina tela neutralizovana. Jedan pristup je postavljanje pitanja o tome šta se dešava sa delovanjem drugih sila kada je telo u bestežinskom stanju. Ova pitanja zahtevaju da učenici prepoznaju koje sile i njihovo delovanje dolaze do izražaja, a koje su zanemarljive u takvim uslovima. Neki nastavnici postavljaju pitanje o tome zašto telo koji ispadne iz ruke nema težinu. Ovo pitanje podstiče učenike da razmišljaju o konceptu bestežinskog stanja i uticaju gravitacije na predmete koji se nalaze u takvim uslovima. Još jedan pristup je postavljanje pitanja o tome koje sile se ispoljavaju, a koje ne ispoljavaju kada je telo u bestežinskom stanju. Ovo zahteva da učenici razumeju interakcije između tela i okoline u takvim uslovima. Neki nastavnici koriste primere ili situacije iz svakodnevnog života kako bi objasnili bestežinsko stanje. Primeri omogućavaju učenicima da povežu apstraktne koncepte sa realnim situacijama i primenom u svakodnevnom životu. Postavljanje pitanja o razlici između težine i sile Zemljine teže takođe se javlja kao deo provere razumevanja. Pitanja zahtevaju da učenici jasno definišu i objasne koncepte težine i sile Zemljine teže i da razlikuju situacije u kojima telo ima ili nema težinu. Postavljaju se pitanja o tome šta se dešava kada se podloga ispod tela pomakne ili kada se prekine nit o kojoj je telo okačeno. Ova pitanja zahtevaju od učenika da prepoznaju promene u interakciji tela sa okolinom i sile koje deluju u tim situacijama. Na kraju, jedan nastavnik postavlja pitanje o tome da li posmatrač oseća dejstvo spoljnih sila kada se nalazi u bestežinskom stanju. Ovo pitanje zahteva razumevanje uticaja bestežinskog stanja na percepciju posmatrača i interakciju tela sa okolinom. Dodatno, neki nastavnici koriste pitanja koja se odnose na svemirske stanice ili astronaute. Ova pitanja se fokusiraju na uticaj gravitacije na astronaute u svemirskim uslovima i načine postizanja bestežinskog stanja.

Analiza odgovora nastavnika fizike na zahtev "Opišite demonstracione ogledе koje realizujete pri obradi/utvrđivanju sadržaja o bestežinskom stanju" pokazuje različite pristupe i nivoe detalja u opisivanju demonstracionih ogleda. Neki nastavnici izjavljuju da nemaju demonstracione ogledе koji se odnose za bestežinsko stanje. Odgovori su kratki i jasno navode da nemaju praktične primere ili eksperimente za demonstraciju ovog koncepta. Neki nastavnici pominju različite situacije ili akcije koje se mogu koristiti za demonstraciju bestežinskog stanja. Ovi odgovori su kraći i ne pružaju mnogo detalja o tome kako se ovi ogledi sprovode. Postoje nastavnici koji daju konkretne primere eksperimenata za demonstraciju bestežinskog stanja. Opisuju materijale i uređaje koji se koriste, kao što su padanje predmeta, padanje opterećenog dinamometra, čaše sa vodom koja ima otvor pri dnu, ili okačenih tela. Neki nastavnici pominju korišćenje demonstracionih ogleda predloženih u udžbenicima. Odgovori ukazuju na to da se koristi materijal i postupci koji su već opisani u udžbeniku kako bi se ilustrovala tema. Nastavnici takođe opisuju

situacije izvodjenja eksperimenata ili demonstracija – puštanje tela da slobodno pada i posmatraje njegovog ponašanja, pravljenje trampoline i posmatranje tela na njoj kako se telo na njoj.

Nastavnici su naveli različite nastavne teme sa kojima ostvaruju korelaciju sa sadržajem o bestežinskom stanju. Jedan nastavnik ističe da se korelacija sa sadržajem o bestežinskom stanju ostvaruje u 6. razredu tokom objašnjavanja razlika između mase i težine. Ova tema pruža osnovu za razumevanje koncepta bestežinskog stanja. Drugi nastavnik spominje kretanje u gravitacionom polju kao nastavnu temu koja je povezana sa sadržajem o bestežinskom stanju. Tema obuhvata koncepte vezane za gravitaciju i uticaj gravitacije na kretanje tela. Jedan nastavnik navodi da se korelacija sa sadržajem o bestežinskom stanju ostvaruje tokom predavanja o električnom polju razmatrajući sličnosti i razlike između električnih sila i gravitacione sile. Neki nastavnici povezuju sadržaj o bestežinskom stanju sa temama kao što su masa, ubrzanje slobodnog pada, oscilatorno kretanje, sila Zemljine teže i uzajamno delovanje tela.

Analiza odgovora nastavnika fizike na pitanje o korišćenju internet resursa o bestežinskom stanju ukazuje na raznolikost pristupa i resursa koji se koriste. Neki nastavnici potvrđuju da koriste internet resurse o bestežinskom stanju. Navode razne izvore, kao što su aplikacije, PhET simulacije, YouTube snimci, video zapisi sa svemirske stanice Mir, razni sajtovi za fiziku i linkovi sa ogledima. Nastavnici koriste različite vrste materijala i resursa kako bi podržali nastavu o bestežinskom stanju. Jedan nastavnik negira korišćenje internet resursa o bestežinskom stanju. Neki nastavnici navode PhET simulacije kao ključne internet resurse koje koriste za obradu bestežinskog stanja. PhET simulacije su interaktivni programi koji omogućavaju virtualno eksperimentisanje i proučavanje različitih fenomena. Ova vrsta resursa može pružiti učenicima mogućnost da istražuju i razumeju koncept bestežinskog stanja na interaktivan način. Jedan nastavnik pominje YouTube snimke, posebno one koji prikazuju astronaute iz svemirske stanice Mir. Korišćenje video materijala može pružiti vizuelni i stvaran prikaz bestežinskog stanja i njegovih efekata na ljude u svemiru. Takođe se pominju razni sajtovi za fiziku koji obrađuju temu bestežinskog stanja. Ovi sajtovi mogu pružiti dodatne materijale, objašnjenja i vežbe za učenje o ovom konceptu. Jedan nastavnik navodi da koristi linkove sa ogledima kao internet resurse za podršku nastavi o bestežinskom stanju. Linkovi vode do video zapisa ili opisa eksperimenata koji ilustruju i demonstriraju koncept bestežinskog stanja. Jedan nastavnik izjavljuje da koristi internet pretragu, posebno na YouTube platformi, sa ciljem pronalaženja videa o bestežinskom stanju.

4. DISKUSIJA

Uzimajući u obzir sve odgovore nastavnika fizike na pitanje "Kako definišete težinu tela na časovima?", sledi da postoji konsenzus da težina tela predstavlja silu kojom telo deluje na podlogu na kojoj se nalazi ili zateže nit o koju je obešeno. Ova sila je posledica gravitacionog delovanja Zemlje i može biti usmerena vertikalno, normalno na podlogu, ili može biti usmerena duž niti kojom je telo obešeno. Ukratko, analiza ovih odgovora pokazuje da nastavnici fizike insistiraju na razumevanju razlike između mase i težine, prepoznavanju težine kao sile, razumevanju vektorskog karaktera težine, poznavanju napadnih tačaka težine. Uvođenje pojma bestežinskog stanja usko je povezano sa razumevanjem osnovnih koncepata mase, težine, gravitacije i gravitacionog polja. Nastavnici se trude da prilagode nivo i dubinu obrade pojma bestežinskog stanja prema sposobnostima učenika i kontekstu nastavnog plana i programa. Ovaj pristup omogućava postupno sticanje znanja i razumevanja ove važne teme u fizici. Nastavnici fizike pristupaju uvođenju pojma bestežinskog stanja tokom nastave na različite načine, u zavisnosti od nivoa obrazovanja učenika i konteksta obrade određenih tema. Neki od njih uvode pojam bestežinskog stanja već u 6. razredu tokom obrađivanja težine tela i razlike između mase i težine. Ova faza nastave omogućava učenicima da steknu osnovno razumevanje pojma težine, što je inače osnova poučavanja i prema (Bar, Brosh, & Sneider)

Kada je reč o pristupima nastavnika u proveru razumevanja bestežinskog stanja uočava se različitost. Pitanja se fokusiraju na primere, definicije, interakcije sila, situacije u kojima telo nema težinu i na razumevanje koncepta bestežinskog stanja u kontekstu gravitacije. Nastavnici koriste praktične primere, postavljaju pitanja o situacijama u kojima se telo nalazi u bestežinskom stanju, traže upoređivanje sa drugim pojavama, i ističu značaj razlikovanja između težine i sile Zemljine teže. Uzimajući u obzir ove odgovore, može se zaključiti da nastavnici koriste različite strategije i pitanja kako bi proverili razumevanje učenika o pojmu bestežinskog stanja. Fokusiraju se na praktične primere, situacije, definicije, poređenja sa drugim konceptima i primene u realnom svetu. Ovi pristupi pomažu učenicima da razviju dublje razumevanje koncepta bestežinskog stanja i njegovog uticaja na telo u prisustvu gravitacije. Nastavnici fizike daju različite odgovore prilikom opisivanja demonstracionih ogleda koji se koriste za obradu i utvrđivanje sadržaja o bestežinskom stanju. Neki odgovori su koncizni i izražavaju nedostatak demonstracija ili njihovu odsutnost, dok drugi pružaju pojedinosti o konkretnim situacijama ili eksperimentima koji se mogu primeniti u ovom kontekstu. Nastavnici koriste različite pristupe prilikom opisivanja demonstracionih ogleda o bestežinskom stanju. Neki pružaju konkretne primere i opisuju materijale i postupke koji se koriste, dok

drugi naglašavaju nedostatak takvih demonstracija. Ovi odgovori pružaju uvid u različite metode i strategije koje se koriste za prenos znanja o bestežinskom stanju u okviru nastavnog procesa fizike.

Nastavnici fizike ostvaruju korelaciju sa sadržajem o bestežinskom stanju u različitim nastavnim temama koje se bave gravitacijom, kretanjem tela u gravitacionom polju, masom, silom i drugim povezanim konceptima. Ovi odgovori ukazuju na to da nastavnici nastoje da integrišu koncept bestežinskog stanja u različite aspekte nastavnog programa kako bi učenicima pružili sveobuhvatno razumevanje ove teme. Većina nastavnika fizike koristi internet resurse za podršku nastavi o bestežinskom stanju. Raznolikost resursa ukazuje na to da nastavnici koriste različite izvore kako bi pružili učenicima dodatne informacije, vizuelne primere i praktične primere koji doprinose razumevanju bestežinskog stanja. Zaključuje se da nastavnici prate dostignuća razvoja nastave sledeći primer kolega u svetu (MacIsaac, 2022).

5. ZAKLJUČAK

Među nastavnicima fizike postoji saglasnost u vezi sa definicijom težine tela kao sile kojom telo deluje na podlogu ili zateže nit. Nastavnici ističu važnost razumevanja razlike između mase i težine, vektorskog karaktera težine i napadnih tačaka težine. Uvođenje pojma bestežinskog stanja pokazuje se kao ključno za razumevanje osnovnih koncepta mase, težine, gravitacije i gravitacionog polja. U proveri razumevanja učenika o bestežinskom stanju, nastavnici primenjuju različite strategije i postavljaju pitanja koristeći praktične primere, upoređivanje s drugim fenomenima i naglašavajući značaj razlikovanja težine od sile Zemljine teže. Integracija koncepta bestežinskog stanja u nastavni program omogućava sveobuhvatno razumevanje ove teme. Nastavnici se oslanjaju na internet resurse kako bi podržali nastavu o bestežinskom stanju. Svi ovi nalazi ukazuju na to da nastavnici prate najnovije trendove i primere kolega širom sveta u nastavi fizike.

REFERENCE

- Balukovic, J., & Slisko, J. (2018). Teaching and learning the concept of weightlessness: An additional look at physics textbooks. *European Journal of Physics Education*, 9(1), 1-14.
- Bar, V., Brosh, Y., & Sneider, C. (2016). Weight, mass, and gravity: Threshold concepts in learning science. *Science Educator*, 25(1), 22-34.
- Bozzo, G. (2020). "Free-Fall Demonstrations" in the High School Laboratory. *The Physics Teacher*, 58, 23.
- Dognia, R., & Dah, M. (2023). Physics students' conceptual understanding of "gravity and free fall." *Eurasian Journal of Science and Environmental Education*, 3(2), 61-65.
- Krulj, I. (2022). Correlation between oscillatory motion and gravity regarded as educational content. *KNOWLEDGE-International Journal*, 54(3), 527-531.
- Krulj, I., & Slisko, J. (2023). Absence of buoyant force in free fall: A magnetic demonstration. *The Physics Teacher*, 61, 312-313.
- MacIsaac, D. (2022). Introductory Mechanics: Newton's Laws of Motion from the European Space Agency. *The Physics Teacher*, 60, 623.
- Nešić, Lj. (2012). Uvod u Ajnštajnovu teoriju relativnosti [Introduction to Einstein's theory of relativity]. Niš: Prirodno-matematički fakultet u Nišu.
- Ozan, O. (2009). Digital simulations for improving education: Learning through artificial teaching environments. *Turkish Online Journal of Distance Education*, 10(3), 247.
- Perkins, K., et al. (2006). PhET: Interactive simulations for teaching and learning physics. *The Physics Teacher*, 44, 18.