

Risanje pojavov II: Koliko slik je potrebnih za predstavitev pojava

dr. Mojca Čepič

Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta

V kolumni v prejšnji številki smo postavili okvirje za risanje pojavov [1]. Povedali smo, kako mora biti slika narisana, da je povedna, in kako zajamemo časovno komponento pojava.

V tem prispevku pa si bomo ogledali pravila, ki pomagajo pri odločitvi, koliko slik potrebuje pojav, da zajame vse, kar želimo s slikami povedati. Ob tem moram dodati, da pojav lahko vedno predstavimo z več ali manj slikami, ki prikazujejo stanje ob različnih časih. Smiselno število slik pa je odvisno od tega, katere podrobnosti pri pojavu nas zanimajo. Na primer, če nas zanima zgolj, kako daleč je padel kamen, so pomembne smer in velikost začetne hitrosti ter jasna opredelitev, kaj imenujemo domet, npr. glede na vodoravnico ali po klancu navzdol in tako naprej. Iztekanje vode iz plastenke je idealen poskus, ki ga lahko predstavimo s plejado slikovnih zaporedij, in vsako zaporedje vsebuje drugačne podrobnosti o dogajanju med iztekanjem. Ponovno na kratko opišimo poskus, o katerem smo razpravljali že zadnjič.

Plastenka, ki ima v spodnjem delu majhno luknjico, zamašeno s trajno elastičnim kitom, napolnimo z vodo. Plastenka naj ima po večini višine približno enak presek, za lažje opazovanje pa naj bo voda obarvana z barvo za živila. Plastenko postavimo na podstavek, ki je visok približno 10 cm. Najenostavneje je uporabiti litrsko kocko z robom 10 cm, ki jo pogosto uporabljamo kot merilno posodo pri fiziki in matematiki. Podstavek naj stoji v prozorni prestrežni posodi, da je mogoče spremljati tudi višino gladine v posodi.

Pred začetkom poskusa je iz luknjice na plastenki že odstranjen trajno elastični kit, a ker je privit zamašek, voda iz plastenke ne izteka. To dejstvo lahko vodi v zanimiva raziskovanja, a za zdaj naj bo le artefakt te postavitve.

Na Pedagoški fakulteti v Ljubljani je naloga študentov, da opazovani pojav narišejo. Študentje ne prejmejo nobenih dodatnih navodil, a to so že bodoči učitelji pri predmetu Didaktika fizike 1, ki so mehaniko tekočin že absolvirali in se lahko osredotočijo le na risanje.

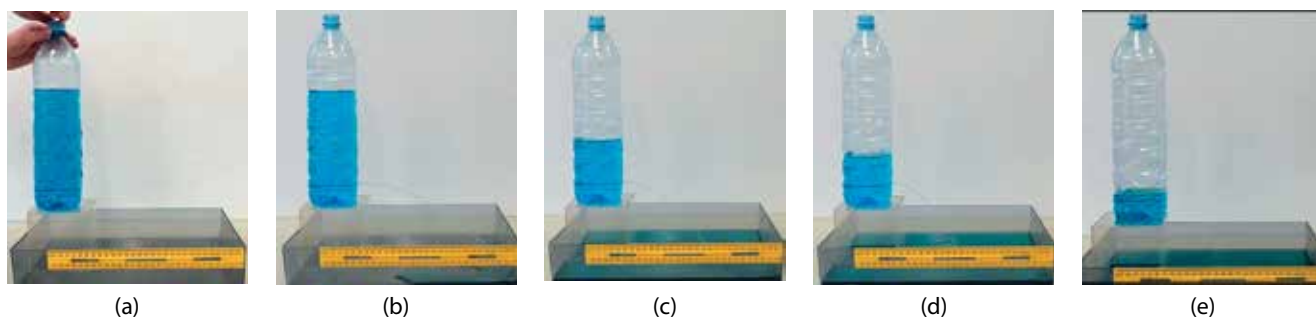
Predavatelj opozori, da se poskus in opazovanje poskusa začneta, nato odvijte zamašek. Voda iz plastenke izteka tako dolgo, dokler se iztekanje ne ustavi. Tedaj predavatelj opozori, da je poskus končan. Navadno predavatelj ponovi poskus še enkrat, da študentje preverijo podrobnosti na svojih slikah. Predavatelj medtem spremlja risanje, vendar ne opozarja na morebitne napake in pomanjkljivosti.

Vpeljava pravil za poročanje z risanjem se začne s statistiko števila slik, ki so jih študentje narisali. Študentov je običajno okoli 20, približno tretjina se jih odloči za eno samo sliko, približno polovica za tri slike, preostali študentje pa za dve ali štiri slike, včasih celo pet slik in več.

Nato si skupaj ogledamo predstavitve z različnim številom slik, nekatere predstavitve tudi v več inačicah.

Za pojav so značilna tri spreminjanja: višine gladine v plastenki, curka iztekajoče vode in višine vode v prestrežni posodi. Pogosto se zgodi, da se študentje osredotočijo le na dve, saj gladina vode v prestrežni posodi ni izstopajoča za manj pozornega opazovalca. Še posebej je to pogosto, kadar rišejo eno samo sliko in v njej označujejo značilnosti ob različnih časih. Ker študentje rišejo prostoročno, se dimenzije sestavnih delov slike iz slike v sliko pogosto spreminjajo. Včasih narišejo tudi prostorske slike. Študentje se redko ukvarjajo z barvanjem slik, a valovita gladina se pojavi relativno pogosto. Ob prvem pregledu slik, ko že imajo določene izkušnje z risanjem, opozorimo na take podrobnosti. Na praktičnem delu izpita iz Didaktike fizike 1 je namreč risanje vedno pomemben del.

Predavatelj med potekom poskusa spremlja risanje, vendar ne opozarja na morebitne napake in pomanjkljivosti.



Slika 1: Časovno zaporedje iztekanja vode iz plastenke. a) Začetek poskusa. b) Takoj po začetku poskusa. c) Na sredini dogajanja. d) Proti koncu dogajanja. e) Konec poskusa.

Za ilustracijo je na slikah 1a–e predstavljenih pet tipičnih faz poskusa.

Koliko slik narisati?

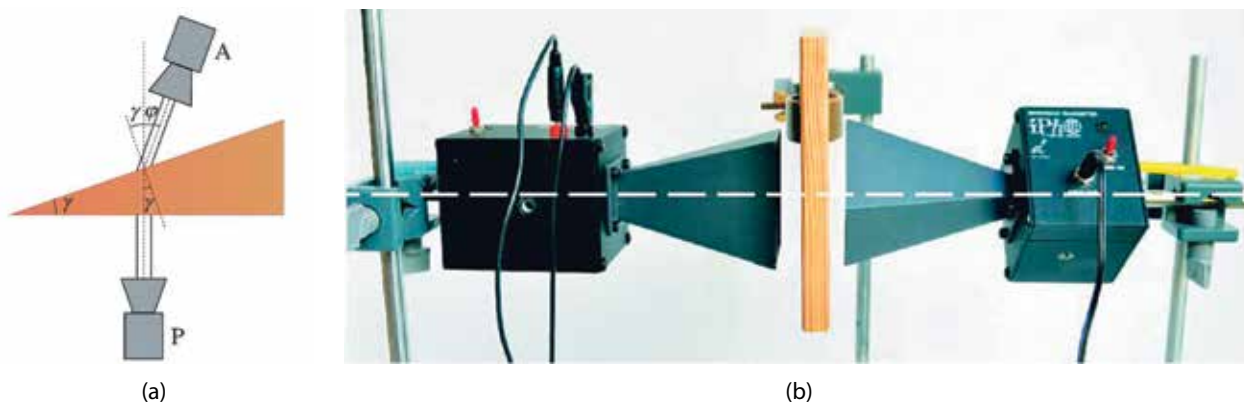
Glede na to, da so se med opazovanjem spreminjale različne lastnosti sestavin poskusa, se je pri zgornjem poskusu naravno izkazala potreba po več slikah. A koliko? Odločitev o tem, koliko slik je potrebnih, je odvisna od tega, kako podrobno želimo ali je treba pojav predstaviti, in jo načeloma sprejme risar. Vsaj na začetku pa je smiselno, da učitelj število slik predpiše.

Kdaj narisati eno samo sliko?

Strogo gledano, je ena sama slika primerna izbira takrat, kadar upodabljamo reči. Risanje je pomemben element v botaniki in zoologiji, v določevalnih ključih in drugje. Glede na to, da imamo danes vedno pri roki fotoaparati na mobilnem telefonu, se čudimo, zakaj bi rastline ali živali risali. A ker pravo ime rastline določajo podrobnosti, živa bitja pa se med seboj vedno razlikujejo, je bolj korektno, da so na sliki natančno narisane vse podrobnosti, po katerih lahko določimo ime rastline. Fotografije tega zelo pogosto ne morejo zagotoviti.

V fiziki je ena sama slika pogosto uporabljena za načrt eksperimentalne postavitve. Te slike so navadno močno stilizirane, pogosto za posamezne sestavine slike uporabimo tudi simbole ali pa je celotna slika simbolna kot v elektrotehniki. Na sliki 2a je tipična postavitve eksperimenta, s katerim smo merili anizotropne lastnosti lesa. Komponente slike so stilizirane, a vseeno po obliki spominjajo na prave sestavine, ki jih lahko vidimo na sliki 2b.

Strogo gledano, je ena sama slika primerna izbira takrat, kadar upodabljamo reči.

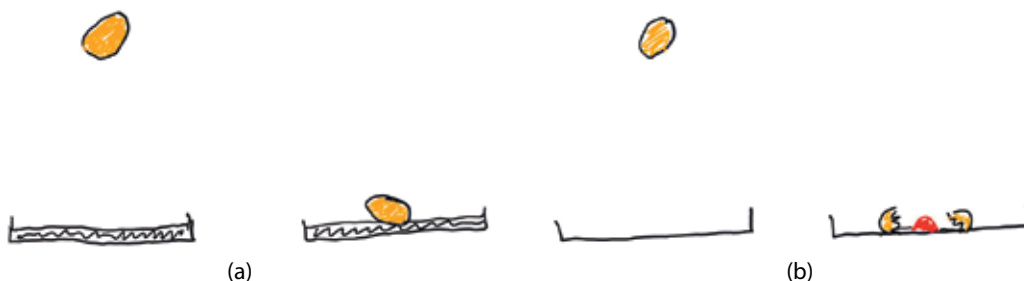


Slika 2: a) Shematična postavitve za merjenje lomnih količnikov lesa v mikrovalovnem področju s klinasto oblikovanim lesom. b) Podobna postavitve, le da meritev poteka na leseni deščici in se mikrovalovi ne lomijo. Shematične predstavitev sestavin poskusa spominjajo na njihovo dejansko obliko. Sliki sta povzeti po članku Ziherl s sodelavci [2].

Kdaj narisati dve sliki?

Številni pojavi so takšni, da sta pomembni le **začetno** in **končno** stanje. Pogosto je tako tudi pri skicah računskih nalog, kjer iz začetnih pogojev želimo vedeti neko kasnejše stanje, naloga pa ne zahteva tudi poznavanja vmesnih stanj. Moj predhodnik pri poučevanju didaktike fizike, prof. Ferbar, je za ilustracijo potrebe po dveh slikah običajno spustil jajce z določene višine v posodo, v kateri je bila enkrat penasta guma, enkrat pa ne. V prvem primeru je jajce mehko padlo na penasto gumo, sprememba lastnosti jajca je bila le ena: sprememba njegove lege, slika 3a. V drugem primeru je bila penasta podlaga odstranjena, poskus ponovljen in jajce se je na veselje študentov razbilo. Sedaj je pozoren opazovalec na drugi sliki moral narisati ne samo spremembo lege, temveč tudi spremembo oblike, slika 3b. Sliki sta narisani na pamet. Spustite jajce na pladenj, da se razbije. Osebnost ne verjamem, da se razlomi na dva dela, kot ko ga ubijemo pri peki. Ta hitri test dokazuje, da poskus ni bil dejansko izveden.

Številni pojavi so takšni, da sta pomembni le začetno in končno stanje.



Slika 3: Primera na sliki sta bolj za šalo kot zares. A dobro ilustrirata, kaj naj slike pokažejo. a) Sprememba lege jajca. b) Sprememba lege in oblike jajca.

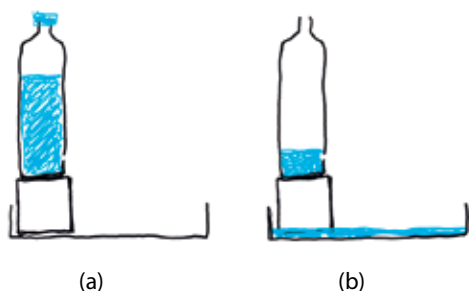
Kadar nas dogajanje med začetnim in končnim stanjem ne zanima podrobneje, sta **dve** slike dovolj. Kadar pa želimo podrobneje ponazoritve, pa potrebujemo več slik.

Pri risanju več slik morda velja omeniti še stiliziranje. Zagotovo ne rišemo najrazličnejših podrobnosti. Pri iztekanju vode iz plastenke je najmanj pomembno to, ali je voda pobarvana z modro barvico. K nepomembnim podrobnostim sodi tudi natančna oblika plastenke. A vseeno. Stiliziranje ne pomeni, da se lahko za pojav nepomembne podrobnosti iz slike v sliko spreminjajo. Učenci morajo paziti, da so iz slike v sliko enako narisane prestrezna posoda, podložna kocka, plastenka oziroma podrobnosti v tem smislu. Zato priporočam, da učitelj ob prvem strukturiranem seznanjanju z risanjem pripravi predlogo, na katero nariše nekatere sestavine zgolj stilizirano, učencem pa ob tem razloži, kaj posamezne sestavine slike pomenijo, ali pa naj učenci sami povedo, kaj posamezna sestavina slike predstavlja, in na sliko zgolj dorišejo tisto, kar menijo, da je za pojav pomembno.

Učenci morajo paziti, da so iz slike v sliko enako narisane.

Napako, da se iz slike v sliko spreminja merilo, je žal mogoče najti tudi v učbenikih. Najbolj eklatanten primer je morda sprememba merila pri risanju sil na telo, ki plava, in na telo enake oblike, pogosto kocke, ki potone. Običajno sta slike narisane ločeno in kot izhodišče merila na teh različnih slikah je postavljena teža predmeta in je zato narisana enako. Teži sta v merilu nato prilagojena vzgon in sila podlage. Vsaka slika zase je notranje konsistentna, a med seboj ju ni mogoče primerjati. Slike torej nista napačni, a sta zavajajoči. Ob takem risanju se namreč nakazuje napačna primerjava vzgonov na telesa z enako prostornino, saj je v različnih merilih vzgon na plavajoče telo narisani večji kot vzgon na potopljeno telo. Je morda to vzrok za uko-reninjeno predstavo, da je vzgon na plavajoča telesa večji kot na potopljena tudi pri učencih, ki znajo zrecitirati Arhimedov zakon?

Zdaj pa povedano ilustrirajmo še s primerom plastenke. Na začetku poskusa je na platenko privit zamašek in voda ne izteka. Na koncu poskusa je plastenka odmašena, nekaj vode je še v platenki in voda ne izteka več (slika 4). Vse, kar se je zabavnega dogajalo med iztekanjem, manjka. Bi pa taki slike zadoščali za skico pri računski nalogi, v kateri bi na primer spraševali, koliko časa bi voda iztekala iz plastenke.



Slika 4: a) Začetek poskusa, preden se dogajanje začne. b) Konec poskusa, ko so se vse spremembe, povezane s pojavom, že zgodile.

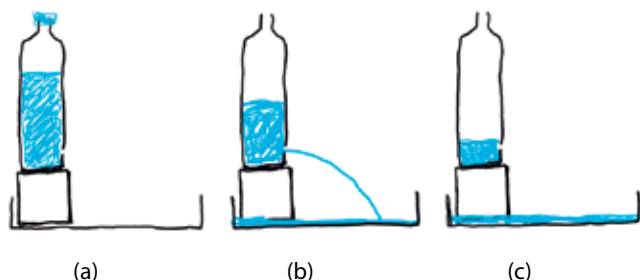
Kdaj narisati tri slike?

Na kratko: pri risanju pojavov, pri katerih je nedvoumno treba narisati začetek in konec dogajanja, a je tudi pomembno, kaj se dogaja med potekom poskusa. Časovno slike umestimo med začetek in konec dogajanja.

A ni vedno tako. Včasih s tremi slikami ponazorimo dogajanje tudi, kadar so pomembne spremembe v dogajanju, nas pa sam začetek in konec dogajanja ne zanimata. Slike navadno časovno orientiramo na sredino trajanja poskusa. Podrobneje o tem kasneje.

Pa še naš primer, med sliko s slike 4 se vrine še ena slika, ki ponazarja, kako poteka dogajanje med začetkom in koncem, vidni so curek iztekajoče vode, nekaj vode v prestrezni posodi in nižja gladina vode, kot na začetku pojava, slika 5. Dogajanje samo je za ugotavljanje, kaj se dogaja pri iztekanju vode iz plastenke, pomembno. Iz slike 4 ni bilo mogoče sklepati, kako je iztekala voda, ali je mezela po površini plastenke ali brizgala preko robov prestrezne posode.

Ni bilo jasno, kakšna je bila oblika curka iztekajoče vode, o njegovi obliki bi lahko le sklepali. S tremi slikami je bistveno o pojavu pokazano. Ostro oko pa pri pojavu lahko opazi več in za predstavitev tega »več« potrebuje še nekaj dodatnih slik.

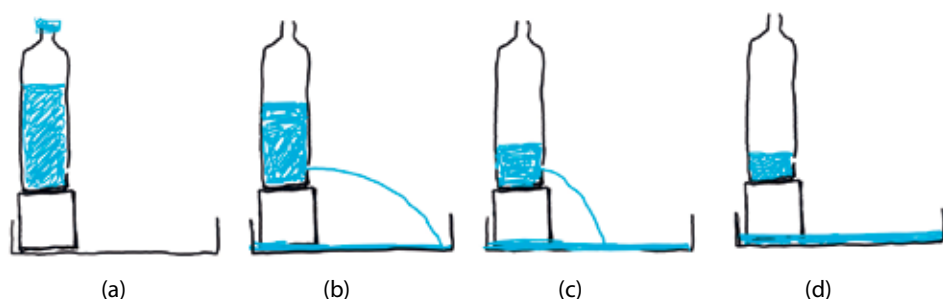


Slika 5: Sliki a in c ostajata enaki slikam na začetku in koncu poskusa, slika b pa podaja še podrobnosti o dogajanju med začetkom in koncem.

Kdaj narisati štiri slike?

Štiri slike rišemo takrat, kadar se dogajanje med začetkom in koncem poskusa spreminja. Npr. domet curka v poskusu, predstavljenem na sliki 2, se s časom manjša. Štiri slike, torej dve dodatni sliki med začetno postavitevjo in končnim stanjem poskusa, to prikažejo (slika 6), medtem ko tri slike tega ne morejo. Slike rišemo v približno enakih časovnih razmikih, torej na sredini prve polovice trajanja poskusa (slika 6b) in na sredini druge polovice trajanja poskusa (slika 6c). Na slikah je tako jasno pokazano, da sta se višini obeh gladin spremenili, spremenila pa se je tudi oblika iztekajočega curka vode oziroma njegov domet.

Štiri slike rišemo takrat, kadar se dogajanje med začetkom in koncem poskusa spreminja.



Slika 6: Sliko sredine dogajanja (slika 5b) sta nadomestili dve sliki, b in c. Slika b predstavlja trenutek, ko je v plastenki še znatna količina vode in ima curek dolg domet, slika c pa trenutek, ko je vode v plastenki že manj in je curek krajši.

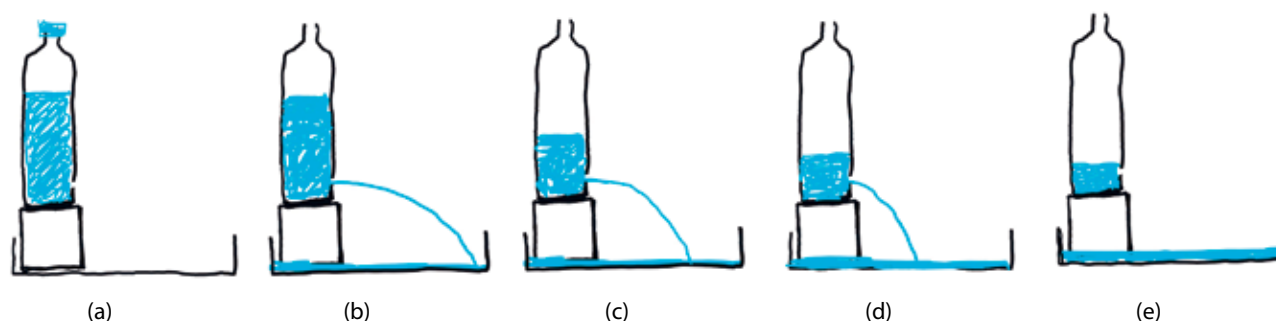
Kdaj narisati pet slik?

Pet slik je nekako zgornja meja števila slik pri risanju dogajanj, ki niso sestavljena iz različnih pojavov. Naj ilustriram, kaj s prejšnjo povedjo sploh mislim. Iztekanje vode iz steklenice ima svoja dobro definirana začetek in konec pojava. A lahko bi bil poskus zasnovan tako, da bi se tedaj, ko bi se plastenka izpraznila, prestrezna posoda nekoliko nagnila in bi iz nje ponovno začela iztekati voda in morda poganjati mlinček. Ta drugi del je sicer močno izmišljen, a če si ga predstavljamo, postane jasno, da bi bilo pojava iztekanja iz steklenice in iztekanja iz prestrezne posode smiselno ločiti in tudi ločeno risati.

Pet slik je nekako zgornja meja števila slik pri risanju dogajanj, ki niso sestavljena iz različnih pojavov.

A vrnimo se k petim slikam. Pet slik običajno sestavljajo začetek poskusa, tri slike s spremembami, značilnimi za pojav in konec poskusa, slike 7a–f. Tri slike dogajanja med začetkom in koncem poskusa običajno rišemo za enake časovne intervale, nekoliko po začetku poskusa, v sredini trajanja poskusa in nekoliko pred koncem poskusa. To omogoči, da primerjamo tudi spremembe količin med pojavom. Npr. vodna gladina v plastenki se v enakem časovnem obdobju v prvem delu poskusa zniža bolj kot v drugem delu poskusa. Zanimivo pa je, da se

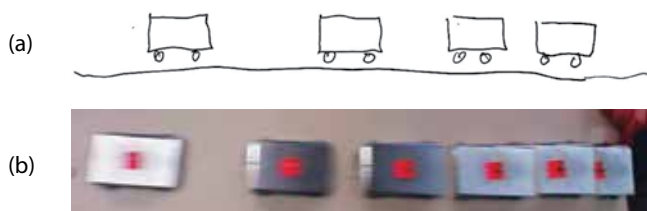
domet curka krajša približno enakomerno. Taka opažanja risanje zaporednih slik dogajanja spodbuja in omogoča dobro izhodišče za opisovanje dogajanja in iskanje razlage zanj.



Slika 7: b) Dogajanje nekoliko po začetku poskusa, c) na sredini poskusa, d) nekaj pred koncem poskusa. Časovna razmika med b in c ter med c in d sta enaka. Če se gladina ob začetku poskusa niža hitreje kot proti koncu poskusa, mora biti to s slik razvidno.

Sestavljene slike

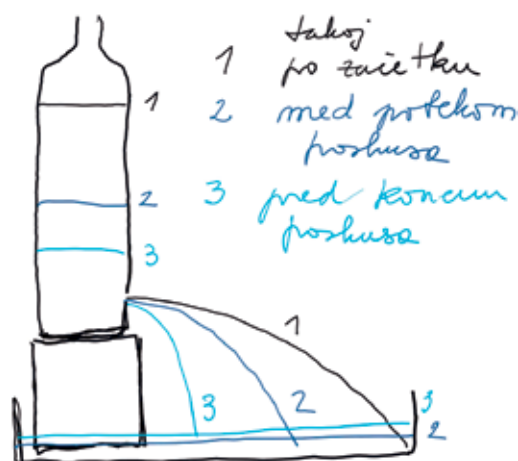
Eno sliko učitelji in raziskovalci pogosto uporabljajo tudi pri pripravah na eksperimentalno delo. Če se med opazovanjem pojavom ne spreminja preveč lastnosti hkrati, je smiselno dogajanje ob različnih časih združiti v eno samo sliko. Taka slika je navadno podobna stroboskopskim slikam. Za primerjavo si lahko ogledamo narisano sliko 8a, ki predstavlja lege avtomobilčka ob različnih časih, in sestavljeno fotografijo 8b, ki jo iz različnih slik sestavi aplikacija na mobilnem telefonu. Učenci običajno poskus opazujejo s strani, fotografija pa je bila posneta iz ptičje perspektive. Vidimo, da je slika sama stilizirana in ne vsebuje podrobnosti, ki za pojav niso pomembne, npr. oznake na avtomobilčku. Lege avtomobilčka niso enake stroboskopskemu posnetku, saj možgani informacij ne morejo predelati tako hitro. Vseeno pa je risar načrtno risal večje razdalje med zaporednimi legami tedaj, ko se je avtomobilček premikal hitreje.



Slika 8: a) Z eno sliko predstavljeno ustavljanje avtomobilčka. Lege avtomobilčka so narisane ob približno enakih časovnih razmikih. b) Sestavljena fotografija ustavljanja avtomobilčka. Aplikacija sama izbere enake časovne razmike, zato lahko fotografije uporabljamo tudi za podrobnejše analize.

Toda, ali vemo, v katero smer se je premikal voziček? Na nekatere okoliščine samo iz slik ne moremo sklepati, zato so potrebni tudi besedilni opisi, o katerih pa prihodnjič.

Kadar rišemo le eno sliko in je sprememb več, je potrebno to sliko v mislih razdeliti na več slik ob različnih časih (slika 9). V primeru iztekajoče vode so vsaj tri spremenljivke, ki jih sestavljena slika lahko pokaže. To so višina gladine v plastenki in prestreznini posodi ter domet curka. V pomoč pri sestavljanju različnih slik v mislih so dobrodošli legenda, uporaba barv in podobno. A za učence, ki poročanja s sliko še niso zelo večji, se je sestavljenim slikam bolje izogniti. Take slike pa so vseeno zelo uporabne za učiteljevo pripravo.



Slika 9: Iztekanje vode iz plastenke, brez začetnega in končnega stanja. Barvna in številka koda podaja dogajanja ob različnih časih. Za primerjavo sprememb posamezne spremenljivke je združena slika lahko zelo informativna, za zavedanje celotne slike dogajanja ob različnih časih pa manj.

Za namene učenja raje spodbujamo učence, da rišejo več slik, saj jim zato kasneje ni potrebno miselno razstavljati slik, da se zavedo situacij ob različnih časih. Tudi razmišljanje o trenutni situaciji je lažje, če rišemo ločene slike.

Naše dolgoletne izkušnje z risanjem slik kažejo, da študentje 3. letnika pri Didaktiki fizike 1 pri začetnem risanju brez prejetih navodil najpogosteje izberejo risanje pojava s tremi slikami oziroma z eno sestavljeno sliko, ki prikazuje tri stopnje v pojavu, podobno kot slika 9. Večini se začetek in konec poskusa ne zdita pomembna, zato risanje treh faz poskusa pravzaprav odgovarja risanju petih slik s to pomanjkljivostjo, da na večini slik manjkajo vidne spremembe sprememb, torej hitrosti nižanja gladine in krajšanja curka. Seveda je take podrobnosti težko zaznati v poskusu, ki traja nekaj minut. Učiteljevo usmerjanje pozornosti z vprašanji lahko pri tem zelo pomaga.

Začetno in končno stanje pri poskusu, ki smo ga tukaj uporabljali za ilustracijo, ponujata bogati izhodišči za nadaljnja ugotavljanja in preproste raziskave. Na začetku je namreč plastenka pokrita s pokrovčkom, odprtina pa ni zamašena, a voda vseeno ne izteka. Zakaj? Koncept razlike tlakov, ki poganja snovne tokove, je za učence zahteven. Zato opazovanje dogajanj ob različnih orientacijah plastenke z eno odprtino ali dogajanja v plastenki z več odprtinami postavlja mnoga preprosta raziskovalna vprašanja. Tudi končno stanje ponuja možnosti raziskovanja. Ko voda iz plastenke neha iztekati, je vodna gladina nekoliko nad odprtino. Nepozoren opazovalec običajno nariše vodno gladino na spodnjem robu odprtine. A da poskus poteka dovolj časa, ki ga potrebujemo za opazovanje, mora biti luknjica majhna, premera kakšen mm. To je pa že tako majhna luknjica, da ne smemo zanemariti vpliva površinske napetosti. Kako velika mora biti luknjica, da voda sploh izteka? Ali na iztekanje vpliva dodatek detergenta in na kaj vpliva? Ko se začnemo igrati, se takoj pojavijo še druge zanimivosti.

Za namene učenja raje spodbujamo učence, da rišejo več slik, saj jim zato kasneje ni potrebno miselno razstavljati slik, da se zavedo situacij ob različnih časih.

Viri

- [1] Čepič, M. (2023). Risanje pojavov I: Kako predstaviti pojav s sliko. *Fizika v šoli*, 28(1), str. 43–46.
- [2] S. Zihelr, S., Bajc, J., Čepič, M. (2013). Refraction and absorption of microwaves in wood. *Eur. J. Phys.* 34, str. 449–459.