

Naslov članka/Article:

## Intervju s slovensko znanstvenico dr. Mojca Čepič

Avtor/Author:

Uredniški odbor revije *Fizika v šoli*

CC licenca



Priznanje avtorstva-Nekomercialno-Brez predelav



### Fizika v šoli 1/2025, letnik 30

ISSN 1318-6388

Izdal in založil: Zavod Republike Slovenije za šolstvo

Kraj in leto izdaje: Ljubljana, 2025

Spletna stran revije:

<https://www.zrss.si/strokovne-revije/fizika-v-soli/>



# Intervju s slovensko znanstvenico

## dr. Mojca Čepič

Uredniški odbor revije *Fizika v šoli*

Prof. dr. Mojca Čepič je poklicno kariero začela kot učiteljica fizike na gimnaziji. Po nekaj letih je zapustila šolo in se kot mlada raziskovalka v programu ARRS vpisala na doktorski študij. Na Fakulteti za matematiko in fiziko Univerze v Ljubljani je doktorirala iz teoretičnih raziskav mehke snovi, natančneje s fenomenološkim teoretičnim modelom, ki opisuje faze v antiferoelektričnih tekočih kristalih.

Po doktoratu se je zaposlila kot asistentka za fiziko na Pedagoški fakulteti Univerze v Ljubljani, kjer se je ponovno posvetila poučevanju fizike in se intenzivno začela ukvarjati z didaktiko fizike. Osredinila se je na uvajanje sodobne fizike v različne ravni izobraževanja, razvoj novih demonstracijskih in laboratorijskih eksperimentov, raziskave novih učnih posegov, identifikacijo nadarjenih na področju naravoslovja iz manj spodbudnih okolij ipd. V sklopu omenjenih tem je vodila tri raziskovalne projekte ARRS, ki so bili izjemno dobro sprejeti med učitelji. Bila je tudi koordinatorica več projektov Erasmus+, s katerimi je skrbela za mreženje raziskovalnih institucij doma in v tujini.

Še vedno je dejavna v teoretičnih raziskavah mehke snovi, predvsem na področju tekočih kristalov. Na tem področju je s sodelavci objavila več kot 90 znanstvenih člankov, med drugimi tudi v prestižnih revijah, kot sta *Physical Review Letters* in *Reviews of Modern Physics*, v kateri je objavila pregledni znanstveni članek o antiferoelektričnih tekočih kristalih, v katerem je teoretično napovedala strukture, ki so bile kasneje odkrite. Izdala je tudi znanstveno monografijo z naslovom *Liquid Crystals Through Experiments*, ki je plod večletnega raziskovalnega dela na področju implementacije tekočih kristalov v pouk fizike.

Svoje raziskovalno delo na področju fizike in fizikalnega izobraževanja redno predstavlja v obliki predavanj in delavnic na znanstvenih in strokovnih konferencah po vsem svetu.

V svoje raziskovalno delo pa intenzivno vključuje tudi svoje doktorande. Pod njenim mentorstvom ali somentorstvom je doktorsko disertacijo uspešno zagovarjalo že osem kandidatov, od tega tri mlade raziskovalke.

Danes še vedno predava na Pedagoški fakulteti Univerze v Ljubljani strokovne fizikalne in didaktične predmete v sklopu univerzitetnih programov za bodoče učitelje fizike. Je ena redkih visokošolskih učiteljic, ki ima naziv redne profesorice na dveh habilitacijskih področjih, tj. na področju fizike (UL FMF) in na področju fizikalnega izobraževanja (UL PeF).

Poleg poučevanja in raziskovanja deluje tudi na mnogih drugih področjih. Med drugim je glavna urednica *European Journal of Physics*, znanstvene revije, ki objavlja članke s področja univerzitetnega izobraževanja fizike, bila je urednica tematske revije *CEPS*, je članica uredniškega odbora revij *Fizika v šoli* in *Presek* ter članica komisije za fizikalno izobraževanje pri European Physical Society.

Za svoje delo je prejela več nagrad. Leta 2017 je prejela najvišjo nagrado Republike Slovenije na področju šolstva, in sicer za izjemne dosežke na področju visokega šolstva. Leta 2019 je prejela zlato plaketo Univerze v Ljubljani za izjemne zasluge posameznic pri razvijanju znanstvenega in pedagoškega ustvarjanja univerze ter za krepitev njenega ugleda. Leta 2023 pa je prejela tudi Girepovo medaljo, ki jo podeljuje mednarodno združenje za raziskave v poučevanju fizike kot priznanje za pomembne in trajne prispevke na področju izobraževalne fizike na vseh ravneh.

*Dr. Saša Dolenc,  
članica uredniškega odbora revije Fizika v šoli*

### Se lahko na kratko predstavite?

Rojena sem bila v Mariboru, kjer sem tudi zaključila srednjo šolo. Obiskovala sem Gimnazijo Miloša Zidanška, sedanja Druga, kjer je že tedaj bila močna naravoslovna usmeritev in odlična fizika. Dolgo sem se nagibala k študiju kemije, a me je informativni dan na tedanji Fakulteti za naravoslovje in tehnologijo, Oddelku za fiziko, prepričal, da na kemijo niti pomislila nisem več. Informativni dan je bil s stališča današnje mladine dolgočasen. Pri katedru je stal nek osciloskop, ki je nekaj kazal, kar verjetno večina med nami ni razumela. A prav ta »teoretičnost« me je premamila.

Po zaključku predavanja sem si bila še pred zaključkom študija prisiljena poiskati službo. Čeprav razen za štipendiste v raziskavah in v proizvodnji služb za fizike tedaj ni bilo, so bila vrata v šole široko odprta. Potrkala sem na vrata prof. Ivana Kuščerja, povedala sem mu, da potrebujem službo in da bi se z veseljem lotila poučevanja, hotel je videti moj indeks (knjižico, v katero so tedaj vpisovali ocene predmetov), potem je zavrtel telefon in iz njegovega kabineta sem odšla z dogovorom, da prevzamem poučevanje fizike na Gimnaziji Vič namesto kolega, ki je odhajal v vojsko. Tam sem ostala nekoliko dlje, vmes pa sem diplomirala še na pedagoški smeri, čeprav sem na začetku študija vpisala naravoslovno smer. Poučevanje na srednji šoli mi je bilo v veselje in še danes od časa do časa srečam katerega od svojih bivših dijakov ali dijakin in z veseljem poklepeta.

A ko sem nekajkrat ponovila ista predavanja v različnih razredih, mi je začelo postajati dolgočas. Tedaj je bil na Oddelku za fiziko razpisan magistrski študij pedagoške smeri in hotela sem se vpisati nanj. Po naključju sem slišala od kolega, da mu je ravnatelj naročil pripravo takega urnika, da ne bom mogla hoditi na predavanja. To je bilo pa preveč. Takoj sem začela iskati novo službo, videla sem oglas, da na reaktorju v Podgorici iščejo podiplomske raziskovalce, in sem se odzvala. Sprejeli so me. Tako se je začela moja raziskovalna pot. Najprej sem postala mlada raziskovalka v prvem naboru mladih raziskovalcev. Ukvarjala sem se s teoretičnimi študijami tekočih kristalov. Do magisterija sem potrebovala pet let, kar je vključevalo dve podrodniški, nato pa še tri leta za doktorsko delo. Po doktoratu sem se zaposlila na Pedagoški fa-

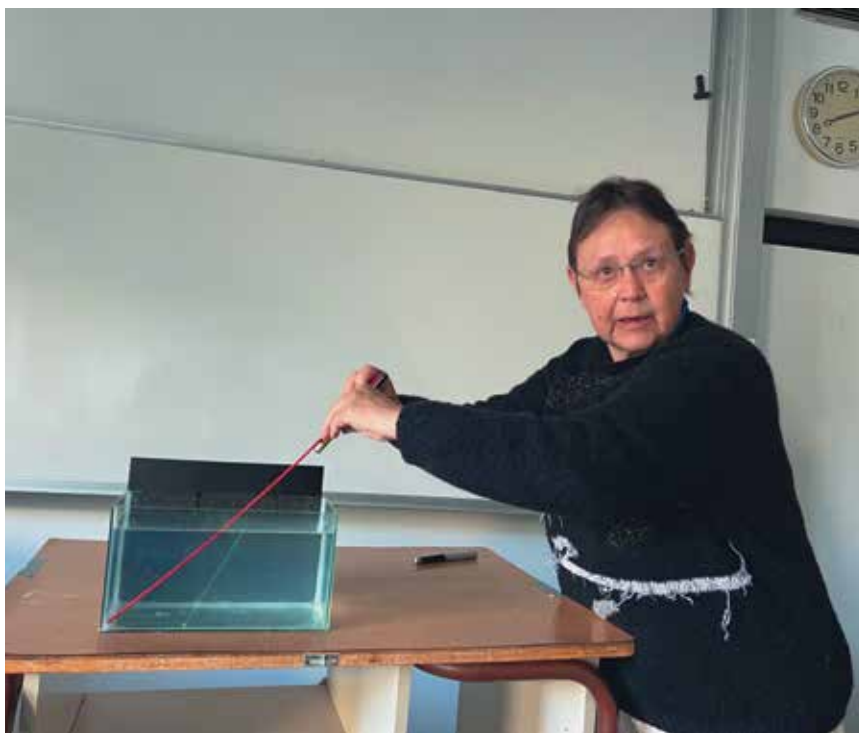
kulteti Univerze v Ljubljani, kjer sem se z veseljem vrnila k poučevanju. Hkrati pa sem ostala aktivna v teoretičnih raziskavah mehke snovi na Oddelku za teoretično fiziko Instituta Jožef Stefan. Moj mentor pri doktoratu je bil akademik prof. dr. Boštjan Žekš. On mi je podaril mikroskop in daljnogled za raziskovalno delo in me naučil delati z njima. Z drugimi besedami, on me je naučil, kako se lotiti problema z vseh strani, na vseh nivojih, kako ga moraš razumeti, da ga zares razumeš, njegova šola me še danes neprestano spremlja.

### S čim se ukvarjate?

Raziskovalno sem neke vrste dvoživka. Ker aktivno delujem na Pedagoški fakulteti, je moja raziskovalna dolžnost in motivacija tudi izboljševanje poučevanja fizike na vseh nivojih, za učitelje pa tudi za njihove učence vseh stopenj. V ta namen se predvsem posvečam razvoju relativno preprostih poskusov, ki omogočajo nazorna opazovanja in merjenja. Mnogi med njimi so poskusi, ki so sicer del resne raziskovalne laboratorijske opreme, a je pojave, ki jih s to opremo natančno spremljajo, mogoče prikazati tudi z enostavnimi pripomočki, npr. konoskopske slike ali obnašanje mikrovalov pri prehodu skozi les ali šope špagetov. Vodila sem tudi nekaj raziskovalnih projektov ARRS s področja poučevanja, o poučevanju zahtevnejših fizikalnih vsebin, o vpeljavi sodobnih znanstvenih spoznanj v poučevanje na preduniverzitetnem nivoju, zadnji projekt pa se je ukvarjal s tem, kako take vsebine, primerno pripravljene, uporabiti za identifikacijo nadarjenih, ki zaradi domačega okolja dosegajo slabše akademske uspehe v šoli in zato ostajajo spregledani. Vodila sem tudi tri projekte Erasmus+. V vseh treh projektih smo vzpostavili tesno sodelovanje z učitelji fizike, matematike in razrednega pouka širom Slovenije, ki so se združili v aktivno učečo se skupnost. Skupaj smo reševali različne probleme, ki se tičejo poučevanja. Preizkušali smo različne pristope k eksperimentalnemu delu, razvijali nove poskuse, evalvirali učinke novih pristopov in, kako naj rečem, »se imeli fajn«. Kar nekaj gradiv je nastalo iz tega in so javno na voljo na spletnih straneh projektov [1–3].

Zadnja štiri leta me časovno tudi precej obremenjuje revija *European Journal of Physics*, katere glavna urednica sem trenutno. Revija se ukvarja s poučevanje fizike na univerzitetnem nivoju. Pregled novih člankov in idej različnih avtorjev vpliva izjemno stimulatивно tudi na raziskovalno delo pri nas.

Dr. Boštjan Žekš me je naučil, kako se lotiti problema z vseh strani, na vseh nivojih, kako ga moraš razumeti, da ga zares razumeš, njegova šola me še danes neprestano spremlja.



Eksperimentalni prikaz loma svetlobe v »domači« učilnici P006 na UL PEF.



Eksperimentalna delavnica o tekočih kristalih izvedena za nadarjene iz domov za zapuščene otroke na vabilo Univerze v Pennsylvaniji Oddelka za fiziko in astronomijo.

### Kdaj in kako ste opazili, da vas fizika zanima oziroma da vam je všeč?

Kot sem že omenila, so me privlačile teoretične fizikalne naloge in teoretična fizika, v splošnem, mi je vedno »dobro šla«. Zato me je tudi »teoretični« informativni dan tako navdušil.

Kaj je lepšega kot opisati neke pojave z modelom, s katerim lahko določene rezultate razumeš in nove tudi napoveš? Toda fizika je eksperimentalna znanost, in čeprav se celo raziskovalno kariero ukvarjam z oblikovanjem teoretičnih modelov, sem pravzaprav morala postati »teoretični eksperimentalec«. Za primerjavo eksperimentalnih napovedi moraš namreč do obisti poznati, kako so pripravljene vzorci, kako potekajo meritve, kaj lahko vse vpliva na merilne rezultate itd. Kolega »eksperimentalec« mi je nekoč zaupal šalo: »Teoretik je fizik, ki mu nihče ne verjame, razen sam sebi. Eksperimentalec je fizik, ki mu vsi verjamejo, razen sam sebi.« In res je tako. Med meritvijo in merjeno fizikalno količino so običajno številni koraki, predpostavke in približki, da o napravah, ki iz sebe bruhajo rezultate, raziskovalci pa jih, še posebej na začetku kariere, le površno razumejo, niti ne govorimo.

Kakorkoli, teoretična fizika, oziroma oblikovanje modelov, je kot kriminalka. Poznaš rezultate meritev (žrtev), pri tekočih kristalih pogosto poznaš kemijsko formulo in grobo obliko molekule, poznaš medmolekularne interakcije, poznaš temperature faznih prehodov, lastnosti različnih faz (lastnosti žrtve), a molekule so premajhne, da bi jih lahko opazoval pod mikroskopom (nisi bil poleg, ko se je zločin zgodil). V kakšne strukture se molekule zlagajo, lahko sklepamo le iz makroskopskih lastnosti vzorcev (le različni materialni dokazi namigujejo, kaj se je dejansko dogajalo). V katere strukture, ki morajo biti skladne tako z medmolekularnimi interakcijami kot z izmerjenimi lastnostmi, se pa molekule dejansko zlagajo, pa je sveta trojica kriminala, kdo je zločinec, kako je izvršil zločin in kaj je bil motiv zanj. A žal ne moremo prebrati zadnje strani kriminalke. Do rešitve se je treba dokopati s stalnim razmišljanjem o problemu.

Imela sem srečo, kot teoretik sem bila zraven od odkritja antiferoelektričnih tekočih kristalov, s takratnim mentorjem prof. Žekšcem sva postavila model za strukturo ene od faz. Za to, da so jo šele nekaj let kasneje eksperimentalno potrdili, je bila razvita nova metoda sipanja žarkov X. Oblikovala sem teoretični model tekočih kristalov, zaradi ukrivljene sredice molekul imenovanih »banane«, ki je skladno napovedoval njihove strukture. Napovedan je bil tudi tako imenovani kiroklinski efekt, ki ga najdemo v »bananah«, in zdi se, da obstaja tudi v nedavno sintetiziranih polarnih nematikih, novi vrsti tekočih kristalov. Še vedno me preganjajo ne dokončno rešeni problemi iz fizike tekočih kristalov. Močno upam, da bom sedaj ob zaključevanju kariere imela nekoliko več časa za nekaj izračunov in njihovo predstavitev, skratka, da bom uspela pospraviti tudi teoretičnofizikalni predal, preden odidem v tretje življenjsko obdobje.

Kot izhaja iz odgovorov na drugo in tretje vprašanje, je moje raziskovalno delo v fiziki mehke snovi in v poučevanju fizike ves čas tesno prepleteno in ga je dejansko težko ločevati.

### Je kdo posebej vplival na vašo izbiro študija fizike? Morda starši, učitelji ali učiteljice? Vas je kdo pozitivno spodbujal?

Izhajam iz stare šole. V mojih časih je bilo jasno, v šoli se je treba učiti, na fakulteti pa študirati. To je bila običajna dolžnost vseh otrok in okoli tega se nismo pogajali. V tistih časih ni bilo nobenega buci-buci, napiši nalogo, pa te peljem za nagrado v slaščičarno, ali še kaj hujšega, da bi nas starši v šoli opravičevali, če česa nismo naredili, da bi pregledovali naše domače naloge, da bi nam nosili torbice, kje pa ... Študirat sem šla to, kar sem si želela, doma ni bilo posebne podpore. Obstajali so neki namigi, da se pričakuje od mene medicina, zlepa ali zgrda, pa sem tudi jaz malo zabentila nazaj in se vseeno vpisala na fiziko, pa so se sprijaznili. Doma je bilo tudi hudo razočaranje, da sem postala učiteljica, kaj hujšega, kot postati to, kar so bili nezadovoljni starši. Pa se je začetna izbira poklica, poučevanje na gimnaziji, pokazalo kot še kako dobrodošla izkušnja tudi za kasnejše teoretično raziskovalno delo, poučevanje in raziskave na fakulteti.

Toda fizika je eksperimentalna znanost, in čeprav se celo raziskovalno kariero ukvarjam z oblikovanjem teoretičnih modelov, sem pravzaprav morala postati »teoretični eksperimentalec«.

**Kakšen je bil odnos učiteljev ali učiteljic, profesorjev ali profesorice fizike, sošolcev in sošolk do vas in vašega zanimanja za fiziko? Se je ta odnos kaj spreminjal s stopnjo šolanja – v osnovni šoli, srednji šoli, na fakulteti? Ste kdaj občutili različen pristop učiteljev profesorjev do deklet ali fantov? So obstajale na vaši poti kakšne sistemske ovire pri razvoju in/ali napredovanjih?**

Ko sedaj razmišljam za nazaj, mi pravzaprav ni jasno, kje se je v naši družbi zalomilo. Ko smo bili mi v osnovni šoli, torej v sedemdesetih letih prejšnjega stoletja, v srednji šoli in na fakulteti, nisem nikoli opazila razlik med spoloma. Že, že, dekleta smo bila deležna vseh mogočih komentarjev v hribih in alpinističnem odseku, s katerim smo jih obiskovali, a v šoli, ne, to pa ne, prav nikoli.

Razlike so se začele nenadoma pojavljati kasneje, v službi. Pa tudi ne v službi, se pravi na inštitutu ali fakulteti, ampak bolj od družbe v splošnem. Zakaj toliko delaš, saj te posebej ne plačujejo? Ti imaš vendar otroke, ne morejo biti dolgo v vrtcu, saj lahko greš prej s fakultete ... Kaj si si pa ogledala na konferenci? Predavanja sem poslušala. Zakaj pa, a te je kdo kontroliral? Nerazumevanje ljudi, ki jih v življenju ni nikoli gnala raziskovalna strast in želja po spoznavanju novega, ampak je služba predstavljala zgolj vir preživetja, pa v naši družbi z leti celo narašča, vsaj zdi se mi tako. Narašča tudi splošni pritisk okolja na ženske, da morajo svoje želje po delu, ki jih veseli, podrežati pričakovanjem in zahtevam družine. Pogosto zaposlitev na fakulteti zapuščajo perspektivna mlada dekleta, ker pritiska domačega okolja in njegovih pričakovanih enostavno ne zdržijo.

Poleg teh tihih ovir pa stojijo v zadnjem času ženskam na poti tudi sistemske. Naj ilustriram. Običajno velja, da asistent nekje po šestih letih, takole na prst, doktorira in nato v relativno kratkem času, nekaj letih, postane docent. To je starostna skupina okoli trideset let. Ženske imajo tedaj otroke, moški gredo pa v času partneričine porodniške skupaj z družino na raziskovalno gostovanje v tujino, ki je nujen in neobhoden pogoj za napredovanje po habilitacijski lestvici.

Ženske najpogosteje te možnosti nimajo. Partnerji so le redko pripravljeni oditi na porodniški dopust zato, da bo partnerica raziskovala, če pa že, jih postrani gleda njihova služba in okolje nasploh. Ženska mora torej otroke načrtno odložiti na kasnejša obdobja, kar ji morda kasneje ne uspe, če pa otroke že ima, mora običajno čakati, dokler niso otroci dovolj veliki, da lahko zdržijo nekaj mesecev brez obeh staršev. Sedaj je treba pogoj gostovanja izpolniti že za izredno profesuro, ki je tehnično dosegljiva ravno v obdobju, ko so otroci še relativno majhni, a je ženskam z majhnimi otroki prav zaradi te zahteve zelo pogosto nedosegljiva. Tu ne govorim o znanstveni odličnosti in drugih kriterijih, ki nikakor niso vprašljivi, govorim o zahtevi, da mora biti nekdo za tri mesece v paketu odtrgan od svoje družine v času, ko je prisotnost staršev najbolj pomembna, ali pa mora od partnerja zahtevati določene žrtve. Tak pogoj, ki je nujen in neobhoden, je marsikomu nemogoče izpolniti, npr. zaradi skrbi za bolnega zakonca, starše in podobno, a ženskam je daljša odsotnost enostavno bolj nedosegljiva kot moškim v splošnem. Včasih je bilo gostovanje pogoj za redno profesuro, kar je bilo nekoliko lažje. No, to me jezi. Na nekorektnost tega sistema sem pogosto opozarjala, a odgovori moških (in samskih žensk, da grdo rečem) so bili enaki, »to je koristno« in »nam je tudi uspelo« in, še hujše, »naj se odločijo, ali znanost ali družina« ... Tudi akademska skupnost si mora v tem smislu naliti čistega vina in razmisliti, ali je zanjo koristno, da zaradi ovir, ki so postavljene naravi spola, izgublja intelektualni potencial polovice prebivalstva.

### **Bi želeli našim bralkam in bralcem še kaj sporočiti?**

Jaz se bližam koncu svoje delovne poti, in ko pogledam nazaj, sem zadovoljna in srečna. Bili so problemi, a bili so tudi rezultati. Rezultati so se zdeli enim bolj pomembni, drugim manj, a meni so bili všeč in meni so se zdeli pomembni. Zato želim sporočiti vsem bralcem, v življenju se borite za tisto, kar imate radi, kar vas razveseljuje, kar vas izpolnjuje, in požvižgajte se na to, kaj si o vašem življenju mislijo drugi. ■

**Nerazumevanje ljudi, ki jih v življenju ni nikoli gnala raziskovalna strast in želja po spoznavanju novega, ampak je služba predstavljala zgolj vir preživetja, pa v naši družbi z leti celo narašča, vsaj zdi se mi tako.**