

# NEUROMORFNI ČIPOVI

NANOZNANSTVENI SCENSKO UMJETNIČKI VODIČ  
RADNA KNJIGA ZA NASTAVNIKA



Co-funded by  
the European Union



# EUREKArt

## Neuromorfni čipovi

### U OVOJ RADNOJ BILJEŽNICI:

EUREKArt	2
ciljevi učenja	3
upute	4
naše putovanje	7
u pozadini	8
zanimljivosti	10
ključne riječi	12
akcije	15
pisanje priče	18
eliksir	20

1



# EUREKArt

## ISTRAŽIVANJE NANOZNANOSTI

**EurekArt** inovativni je Erasmus+ edukativni projekt razvijen s ciljem promicanja i povećanja **znanstvenih znanja** koja se tiču društva među učenicima u dobi od 12 do 16 godina. Omogućuje široku društvenu vrijednost kroz obrazovnu sinergiju između **vizualnih i izvedbenih umjetnosti** uokvirenu vrhunskim istraživanjima u nanotehnologiji.

EurekArt ima za cilj **stvoriti poveznice** između različitih područja obrazovanja pomoću sljedećeg:

- Poticati i razvijati **radoznalost učenika** za proces koji vodi od kreativnosti do stvaranja kulture.
- Razvijati interes za **znanstveno znanje** s društvenom vrijednošću kroz obrazovnu sinergiju između **vizualnih i izvedbenih umjetnosti** zajedno s nanotehnologijom.
- Razvijati **inovativne prakse** u području obrazovanja, kombiniranjem izvedbenih i vizualnih umjetnosti s nanotehnologijom.
- Omogućiti mladima potrebne **alate i vještine** za pronalaženje kreativnih i inovativnih rješenja koja im omogućuju suočavanje s društvenim rizicima i izazovima bez presedana.

Nadalje, **pruža korisne alate za nastavnike koji žele koristiti izvedbenu i vizualnu umjetnost u svom školskom nastavnom planu i programu.**



# ciljevi učenja

## POVEZIVANJE SA ŠKOLAMA

Ova radna bilježnica sadrži niz vježbi za podučavanje tema kao što su nanotehnologija i nanočestice, prilagođenih učenicima, koristeći scensko-umjetnički pristup. Ovdje se fokusiramo na **neuromorfne čipove**. Kako bismo naš pristup učinili uzbudljivijim i korisnijim, predložiti ćemo vam i neke vježbe za stjecanje mekih vještina i vježbe pisanja priča. Na taj će način učenici pristupiti ovom materijalu iz višedimenzionalnog pristupa kako bi stekli zaokružen dojam. Točnije, istražiti ćemo:

### Znanstveni sadržaj

3

Teme obrađene u ovoj radnoj bilježnici povezivat će se sa školskim nastavnim planom i programom. Točnije, učenici će se dotaknuti tema **električne energije, robotike, neurona i umjetne inteligencije**.

### Stvaranje poveznica

Jedna od najistaknutijih upotreba neuromorfni čipova je u razvoju i izradi AI – umjetne inteligencije. AI je **dio našeg svakodnevnog života**, počevši od načina na koji kupujemo do načina snalaženja u gradovima i glazbe koju slušamo. Povezivanje s ovom temom ključno je za razumijevanje vremena u kojem živimo.

### Soft Skills

Učenici će tijekom svog rada na sukreiranju znanja steći vještine vezane uz **timski rad, javni nastup i pripovijedanje**. Grupne aktivnosti poboljšat će **kritičko mišljenje** i vještine **pregovaranja**, a učenicima će omogućiti da otkriju dublje značenje znanstvene teme.





# upute

## UČITELJI POSTAJU VODIČI

Ova aktivnost kreirana je za **nastavnike svih predmeta**, kako bi im omogućila da uvedu temu **neuromorfni čipova** povezujući ovu problematiku sa školskim kurikulumom, a ujedno i s društvom.

U središtu našeg pristupa je ideja da učenici trebaju pronaći **načine kako povezati svoje univerzume sa svakom temom kreativnim pristupom**, dok istovremeno stječu opće razumijevanje znanosti koja stoji iza toga. Predlažemo da nastavnici provedu učenike kroz niz vježbi u kojima učenici postaju **istraživači**, krećući na **putovanje ka otkriću**. Nastavnici će također istraživati teme s učenicima i **steći potencijalno novu svijest** o tome kako takve teme utječu na društvo te će također naučiti **novu tehniku poučavanja**.

Pristup koji smo koristili je pristup **neformalnog učenja** gdje se učenici ne suočavaju s **tipičnim frontalnim predavanjem**, već pristupaju temama kroz pristup **učenju kroz praksu**.

Iako je biti nastavnikom prirodoznanstvenih predmeta moglo biti korisno kada se učenicima daju neke osnovne informacije o nanoznanosti, **nastavnici ne moraju biti stručnjaci iz područja prirodnih znanosti**: EurekaArt je **interdisciplinarni projekt**. Učenici će samostalno istraživati kako bi pronašli znanstvene informacije, a kada dođe trenutak za pisanje njihovih priča, nastavnici humanističkih znanosti mogli bi se naći na pravom mjestu.

Ono što nastavnici doista moraju imati je **otvoren um!** U radnoj bilježnici **Soft Skills** nastavnici će pronaći savjete i vježbe kojima će učenicima (i njima samima) dati skup alata s kojima će započeti svoje nanoznanstveno putovanje.

4



Co-funded by  
the European Union

Broj projekta: 2020-1-ES01-KA227-SCH-096093



arditodesio





# EUREKArt

## Neuromorfni čipovi

Ako je još niste pročitali, počnite s **radnom bilježnicom Soft Skills** i odlučite koja bi od predloženih aktivnosti najviše koristila vama i vašim učenicima. Zatim se  **vratite ovoj radnoj bilježnici** da zaprljate ruke nanočesticama!

### VREMENSKA TRAKA PROJEKTA

Za istraživanje nanoznanosti kroz prizmu scenske umjetnosti potrebno je nekoliko sastanaka sa studentima zbog različitih aspekata uključenih u projekt. Ovdje predlažemo moguću put za EurekaArt koji **nastavnici mogu personalizirati**: promijeniti redoslijed sastanaka, odabrati samo one koji su im potrebni ili podijeliti sadržaj s kolegama koji predaju različite predmete, kako bi projekt bio uistinu interdisciplinaran.

### Predloženi sastanci (najviše 10 sati):

- *Soft skills* o scenskoj umjetnosti (1 do 3 h): posebno su potrebne ako učenici dolaze iz različitih razreda i/ili nastavnik nije upoznat s kazališnim pristupima ili tehnikama pripovijedanja.
- Putovanje junaka (1 h): kratka frontalna lekcija ili video resursi.
- Uvod u nanoznanost (1 sat): prođite kroz predložene ključne riječi, pozadinu i zanimljivosti i istražite ono o čemu želite znati više
- Scenska umjetnost i nanoznanost (1 do 2 h): fizičko utjelovljenje znanstvenih koncepata za njihovo bolje razumijevanje i... zabavu!
- Pisanje priče (1 h): rezimirati pripovijedanje, analizirati poznatu priču i kolektivno improvizirati novu, plus dati zadatak pisanja priče.
- Čitanje priča (1 do 2 h): učenici čitaju svoje priče nastavnicima i vršnjacima i dobivaju povratne informacije. Ovaj se sastanak može ponoviti više puta kako biste pročitali priče poboljšane na temelju povratnih informacija.

Imajte na umu da ćete prilikom **uvođenja nanoznanosti** u svoj razred koristiti samo odjeljke **“u pozadini”** i **“zanimljivosti”** ove radne bilježnice.

5



Co-funded by  
the European Union

Broj projekta: 2020-1-ES01-KA227-SCH-096093



arditodesio



Podrška Europske komisije za izradu ove publikacije ne predstavlja odobrenje njenog sadržaja koji odražava stavove samih autora te se Komisija ne može smatrati odgovornom za bilo kakvu daljnju uporabu informacija sadržanih u ovoj publikaciji.



# EUREKArt

## Neuromorfni čipovi

Svrha je **zainteresirati učenike** za temu. Zatim ih možete zamoliti da **na internetu pretražuju** neke **ključne riječi** i razgovarajte s njima o značenju onoga što su pronašli, koristeći sadržaj odjeljka **ključnih riječi** radne knjige kao rezervu.

Za učenike je važno da nauče **kako samostalno istraživati na internetu** te da shvate da su neki **izvori** pouzdani, a neki nisu. Kasnije, kada budu pisali svoje priče, morat će tražiti odgovarajuće izvore znanstvenog znanja. Možete ih čak zamoliti da zabilježe izvore koje su konzultirali. To je dobra vježba **znanstveno informiranog građanstva!**

Predloženi sastanci vrlo su važni kako bi učenike usmjerili prema cilju, ali nakon što dobiju zadatak, od temeljne je važnosti da **znaju da od nastavnika mogu zatražiti pojašnjenje**. Pobrinite se da znaju da ćete ih voditi u istraživanju informacija ili u razvijanju dobre priče. Nastavnici bi se trebali barem jednom staviti na raspolaganje kako bi provjerili s učenicima razvoj njihovog rada.

6

Zapamtite da je za učenika najteži dio pisanja znanstvene priče... **znanost!** Možda napišu lijepu priču, ali zaborave učiniti znanost njezinim važnim dijelom, ili obrnuto: u stanju su napisati potpuno objašnjenje fenomena, ali malo ili nimalo zapleta. Budite strpljivi. Dajte im povratne informacije o tome kako da njihova priča zablista i **pripremite se da budete zadivljeni** kreativnošću vaših učenika.

**Radne bilježnice i video resursi na web stranici EurekaArt sadrže sve što vam je potrebno da biste slijedili ovaj put**, ali je važno da nastavnici slobodno mijenjaju, modificiraju i *hakiraju* predložene vježbe. Ništa nije zapisano u kamenu! Ovisno o veličini razreda i rasporedu, nastavnici mogu birati hoće li učenike natjerati da rade samostalno ili u skupinama, istražiti varijacije vježbi ili čak **izmisliti potpuno nove!**



Co-funded by  
the European Union

Broj projekta: 2020-1-ES01-KA227-SCH-096093



arditodesio



Podrška Europske komisije za izradu ove publikacije ne predstavlja odobrenje njenog sadržaja koji odražava stavove samih autora te se Komisija ne može smatrati odgovornom za bilo kakvu daljnju uporabu informacija sadržanih u ovoj publikaciji.



# naše putovanje

## MI SMO JUNACI!

EurekArt je **putovanje ka otkriću** na koje nastavnici i učenici zajedno kreću. U ovom trenutku, spremni ste za znanstvene radne bilježnice!

Kao što je već rečeno, naša avantura treba neke osnovne sastojke: **JUNAK**, koji je glavni lik, **KOMPLIKACIJU** koju treba savladati, **KUŠNJE** koje je potrebno prevladati i **RJEŠENJE** komplikacije. Na kraju priče junak uči važnu lekciju o životu koju je spreman podijeliti sa svijetom. Ovo zovemo **ELIKSIR!**

U EurekArtu, **mi smi junaci!**

7

Suočavamo se s **komplikacijom** suočavanja s novim znanjem: **ključne riječi**, ono **u pozadini** i **zanimljivosti** u radnim knjigama o nanoznanosti lako bi nas mogle uplašiti. To su neke velike stvari!

Sada se moramo uhvatiti u koštac s problemom u nekim **pokušajima**, pa poduzimamo **akciju**. Utjeloviti ćemo nanočestice kako bismo bolje razumjeli fizičke i kemijske procese koji se odvijaju. Naša posljednja, ali konačno uspješna akcija bit će **pisanje priče**, koja nas vodi do **eliksira**: učimo da nova znanja s kojima smo se suočili mogu biti dio naših života i ponosni smo što svijetu pričamo svoje priče.

EurekArt uključuje **izvedbene umjetnosti** u promicanje znanja i vještina u **znanstvenim područjima** utječući na domene **spoznaje** i **motivacije**.

**Neka putovanje počne!**



Co-funded by  
the European Union

Broj projekta: 2020-1-ES01-KA227-SCH-096093



arditodesio







# u pozadini

## RAZUMIJEVANJE JE MOĆ

### PRIČA IZA OVE TEME

Prilikom pokušaja razvoja tehnologije koja bi oponašala ljudski mozak i unatoč trenutnom napretku u tehnologiji poluvodičkih integriranih sklopova, ekstremna složenost ljudske moždane kore, sa svojih otprilike 100.000.000.000.000 sinapsi, čini hardversku implementaciju neuromorfni mreža s usporedivim brojem uređaja iznimno izazovnom.

8

Kako bi se pružila usporediva složenost uz puno brži rad i s upravljivim rasipanjem snage, razvijene su mreže temeljene na strujnim krugovima koji se nazivaju **memristori**.

Do danas, brzi rast moderne elektronike imao je neusporediv utjecaj na način na koji ljudi rade, žive i druž se u posljednjih nekoliko desetljeća. Ovaj eksponencijalni rast uglavnom je potaknut skaliranjem uređaja, tj. stalnim smanjenjem veličine tranzistora koji čine osnovni građevni blok integriranih sklopova. Međutim, nastavak geometrijskog skaliranja vjerojatno će se zaustaviti u sljedećem desetljeću kako se veličina uređaja približava temeljnim fizičkim granicama na  $\approx 5$  nm.

Ovdje su novi uređaji poput memristora koji nude nove funkcionalnosti i pružaju nove varijable stanja, koji se mogu koristiti za računanje i pohranu podataka, od velikog interesa za održavanje rasta industrije poluvodiča.





# EUREKArt

## Neuromorfni čipovi

Neuromorfno računalstvo obuhvaća širok raspon znanstvenih disciplina od znanosti o materijalima ili uređaja, do računalnih znanosti i neuroznanosti, a sve one potrebne su za rješavanje velikog izazova neuromorfnog računarstva.

### POVEZANOST S DRUŠTVOM

Neuromorfno računalstvo može oponašati ljudski mozak i tako se implementirati u različite tehnološke (pametne) uređaje koji se oslanjaju na umjetnu inteligenciju kao što su mobilni telefoni, tableti, računala, pametni satovi i tako dalje.

Možda to još ne shvaćamo, ali okruženi smo predmetima i uređajima koji su "umjetno inteligentni". Ovo je nedvojbeno jedno od najvećih postignuća ovog stoljeća, a ujedno predstavlja i jedan od najvećih uzroka zabrinutosti.





# zanimljivosti

## COOL STVARI ZA ZNATI

Svijet neuromorfni čipova i umjetne inteligencije nastanjivali su mnogi zaista pametni ljudi: znanstvenici, poduzetnici, pisci, vizionari... Ovdje ih spominjemo nekoliko, ali uz malo istraživanja može se pronaći i identificirati još mnogo toga, i može se ispričati mnogo priča.

### ALAN TURING

Bio je britanski matematičar koji je pomogao u razvoju polja teorijske računalne znanosti. Izmislio je i poznati Turingov test: moglo bi se reći da računalo "misli" ako ga ljudski ispitivač ne može razlikovati, tijekom razgovora, od ljudskog bića. Turing je bio tema vrlo poznatog filma: **Igra imitacije** s Benedictom Cumberbatchom i Keirom Knightley u glavnim ulogama.

10

### ISAAC ASIMOV

Američki profesor rođen u Rusiji, poznat je po tome što je veliki teoretičar koji stoji iza ideje robotike. Napisao je stotine znanstvenofantastičnih priča i romana u kojima je istraživao ideje o interakciji između ljudi i robota. Osmislio je svoja tri zakona robotike:

1. Robot ne smije ozlijediti ljudsko biće ili, nečinjenjem, dopustiti da se ljudsko biće ozlijedi.
2. Robot se mora pokoravati naredbama koje mu daju ljudska bića, osim ako bi takve naredbe bile u suprotnosti s Prvim zakonom.
3. Robot mora štiti svoje vlastito postojanje sve dok takva zaštita nije u suprotnosti s Prvim ili Drugim zakonom.





Asimov je inspirirao bezbroj filmskih stvaratelja. Njegova priča **The Bicentennial Man** pretvorena je u film u kojem glumi Robin Williams.

### INTERNETSKI GENIJALCI I VIZIONARI

U proteklih 25 godina došlo je do uspona poduzetnika koji su svojom vizijom i energijom oblikovali način na koji gledamo na svijet: Elon Musk (Tesla, SpaceX), Jeff Bezos (Amazon), Larry Page i Sergey Brin (Google), Mark Zuckerberg (Meta) i mnogi drugi. Njihov uspjeh se oslanja na to kako su uspjeli koristiti nove tehnologije i internet, ali najvažnije od svega, alate koje pruža umjetna inteligencija kao što su **strojno učenje, duboko učenje, rudarenje podataka** i slično. O njima se može svašta reći, ali svakako su uvelike utjecali na naš način života, pa čak i na to kako tumačimo naše društveno i profesionalno postojanje.

11

**FUTURE OF HUMANITY INSTITUTE** i **FUTURE OF LIFE INSTITUTE** Ovi istraživački centri sa sjedištem u Velikoj Britaniji i SAD-u provode istraživanje o egzistencijalnim prijetnjama koje predstavljaju nove tehnologije, s posebnim naglaskom na umjetnu inteligenciju. Točnije, oni "rade na smanjenju globalnog katastrofalnog i egzistencijalnog rizika od moćnih tehnologija" povezujući znanstvenike, filozofe, poduzetnike i druge stručnjake iz svih disciplina, otvarajući korisne i smislene rasprave. Future of Life Institute: <https://futureoflife.org>

**Future of Humanity Institute:** <https://www.fhi.ox.ac.uk/>





# ključne riječi

## NAUČIMO MALO TERMINOLOGIJE

### Električni otpor

Električni otpor objekta je mjera njegove oprečnosti protoku električne struje. Njegova recipročna veličina je električna vodljivost, koja mjeri lakoću s kojom električna struja prolazi kroz materijal. Otpor se mjeri u omima, što je simbolizirano grčkim slovom omega ( $\Omega$ ).

### Memristor (memory + resistor / memorija + otpornik)

Uređaj koji ima varijabilni električni otpor ovisno o tome koliko je električnog toka prethodno prošlo kroz njega. Drugim riječima, ima "pamćenje". Opisao ga je i imenovao 1971. Leon Chua, dovršavajući teorijski kvartet osnovnih električnih komponenti koji još uključuje otpornik, kondenzator i induktor.

### Neuronske sinapse

Sinapsa, također nazvana neuronski spoj, mjesto je prijenosa električnih živčanih impulsa između dviju živčanih stanica (neurona) ili između neurona i žlijezde ili mišićne stanice (efektora). Ovo je proces u kojem se električni ili kemijski signal prenosi od aksona neurona do ciljane stanice. Sinaptička veza između neurona i mišićne stanice naziva se neuromuskularni spoj.

### Neurotransmiteri

Kemijske tvari koje neuron proizvodi u svrhu prijenosa poruke.



### Prebacivanje otpora

Odnosi se na stvaranje vodljivih kanala u izolatorskom materijalu, odnosno materijalu koji ne bi trebao provoditi električnu energiju, ali to može učiniti kada je podvrgnut električnom polju ili struji. To znači promjenu vrijednosti otpora materijala. Zanimljiva primjena otporne komutacije je izrada novih "otpornih memorija slučajnog pristupa" (RRAM) za električne uređaje. Ovaj učinak je također u osnovi ponašanja takozvanih memristorskih uređaja i neuromorfni memorija.

### Umjetna inteligencija

Teorija i razvoj računalnih sustava sposobnih za obavljanje zadataka koji obično zahtijevaju ljudsku inteligenciju, kao što su vizualna percepcija, prepoznavanje govora, donošenje odluka i prevođenje s jednog jezika na drugi. Umjetna inteligencija je simulacija procesa ljudske inteligencije pomoću strojeva, posebno računalnih sustava za razliku od prirodne inteligencije koju pokazuju životinje uključujući ljude.

### Neuromorfni čipovi

Elektronički uređaji sposobni oponašati hlapljivu i nehlapljivu neuronsku sinapsu. Imaju potencijal stvoriti umjetni mozak, dakle umjetnu inteligenciju. Uređaji koji se koriste u tu svrhu uglavnom su memristori, koji su uređaji koji se mogu mijenjati između svog izolacijskog i vodljivog stanja s "memorijom" (nehlapljivo) ili gubitkom putanje (hlapljivo) iz jednog stanja u drugo.

### Neuromorfno računalstvo

Implementacija aspekata bioloških neuronskih mreža kao analognih ili digitalnih kopija na elektroničkim sklopovima.



# akcije

## UČENJE KROZ PRAKSU

### Osnovna filozofija ovih vježbi

Kroz pokrete, radnje i **personifikaciju znanstvenih ideja** i pretvaranja-utjelovljenja učenici će steći osjećaj za nanoznanost. Također će iskusiti moć **metafora** što će ih lakše koristiti u vježbi pripovijedanja. Štoviše, ovo je moćna **team building** aktivnost, posebno s učenicima iz različitih razreda. Ovdje ćemo raditi s **neuromorfnim čipovima!**

### Vježba 1 - Memristori

*lokacija: prazna prostorija/slobodan prostor*

14

Osnovna ideja memristora je da čuvaju sjećanje na ono što se dogodilo prije: u ovom slučaju, količinu električnog toka koji je prošao kroz uređaj.

Pokušajmo oponašati to: učenici su postavljeni u krug, svi su okrenuti prema sredini. Dodijelimo im oznake: učenik A, učenik B, C i tako dalje. Učenik A kaže broj. Sada učenik B kaže drugi broj. Zatim on/ona ponavlja broj učenika A i učenika B. Sada učenik C kaže broj, a zatim ponavlja brojeve A, B i C... i tako sve dok se ne napravi prva greška i igra se vraća u početno stanje.

Sada pokušajte s riječima, a ne brojevima. Što kažete na kombiniranje riječi s pokretima? Pokušajte i s imenima učenika! Ovo je sjajan način da navedete grupu da se međusobno upoznaju. Kombinacije su beskonačne!





### Vježba 2 - Neurotransmiteri

*lokacija: prazna prostorija/slobodan prostor*

Ovo je prilično glasna vježba, ali je i jako zabavna. Učenici stvaraju ljudski zid koji razdvaja dva učenika: jednog s jedne strane (učenik A) i drugog s druge strane (učenik B) zida. Učenik A ima zadatak prenijeti poruku učeniku B (primjerice kratku rečenicu koja je prethodno napisana na papiru, ili niz brojeva, ili opis slike...).

Ljudski zid mora spriječiti prolaz ove informacije vikanjem, stvaranjem što veće buke i paziti da se učenik A ne poveže s učenikom B čak ni vizualno.

Što je više buke, teže će biti prenijeti poruku! Prijenos informacija mora se obaviti u zadanom vremenu (60 sekundi?). Hoće li učenik A uspjeti prenijeti poruku učeniku B?

15

Što ako učinimo poruku složenijom dodavanjem posebnih gesta tako da učenik B također mora ponavljati pokrete, a ne samo riječi?

### Vježba 3 - Jesmo li ljudi ili smo roboti

*lokacija: prazna prostorija/slobodan prostor*

Svaki učenik odlučuje želi li biti čovjek ili robot. Nastavnik pušta glazbu i svi plešu kao čovjek/robot ovisno o svom izboru. Kako čovjek pleše? Što je s robotom? Kada nastavnik kaže "pleši sa svojom vrstom", ljudi će tražiti drugog čovjeka s kojim bi plesali, a roboti će učiniti isto.

U određenom trenutku nastavnik će reći "pleši s drugom vrstom" i parovi će se razdvojiti tražeći svog novog partnera.







# EUREKArt

## Neuromorfni čipovi

Kada nastavnik kaže "Ljudi su roboti i roboti su ljudi" svi se ponovno mijenjaju, postajući druga vrsta. Igra se nastavlja kao što je gore opisano sve dok glazba ne završi.

Na kraju nastavnik pita učenike koliko je bilo teško postati robot ili čovjek, jesu li stvarali/koristili stereotipe i je li moguće da se ljudi i roboti mogu naučiti miješati.

Nastavnik može dalje propitkivati odnos čovjeka i robota: Mogu li ljudi postati prijatelji s robotima? Što je potrebno za to? Može li se čovjek uopće zaljubiti u robota ili operativni sustav? (pogledajte film **Ona (Her)**!)

Sada, kao posebnu poslasticu, nastavnik može pokazati ovaj video (i potpuno je stvarno, bez znanstvene fantastike!):

<https://www.youtube.com/watch?v=fn3KWM1kuAw>

16

A što je s pokušajem reproduciranja ovog?

[https://www.youtube.com/watch?v=XnZH4izf\\_rl](https://www.youtube.com/watch?v=XnZH4izf_rl)



Co-funded by  
the European Union

Broj projekta: 2020-1-ES01-KA227-SCH-096093



arditodesio



Universidad  
Zaragoza

CSIC  
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

INMA  
INSTITUTO DE INGENIERÍA  
Y SISTEMAS DE ANTONIO DE NEBRUCHA



BestCybernetics

Podrška Europske komisije za izradu ove publikacije ne predstavlja odobrenje njenog sadržaja koji odražava stavove samih autora te se Komisija ne može smatrati odgovornom za bilo kakvu daljnju uporabu informacija sadržanih u ovoj publikaciji.



# pisanje priče

## ZNANOST U PRIČI

### Pronalaženje junaka

Sada je vrijeme da učenici **napišu vlastitu priču**, istražujući znanstvenu temu **neuromorfni čipovi**. Prijeći od fizičkog utjelovljenja nanočestica do pisanja priča čini se kao veliki skok, ali lakše je nego što možete zamisliti!

Najprije možete **zajedno analizirati priču koju svi znaju** i tražiti elemente **junakova putovanja**: status quo, komplikaciju, pokušaje, rješenje i eliksir. Dobar **primjer**, koji sadrži neočekivano točnu znanost, je Potraga za Nemom. Neka vam učenici pomognu **proći kroz radnju**, korak po korak, i pogoditi što je istina ili fikcija. Zatim provjerite odgovore na internetu: migriraju li kornjače? Žive li ribe klaunovi u anemonama? I tako dalje. Naravno, možete koristiti i druge primjere. Istaknite razliku između fikcije utemeljene na stvarnoj znanosti, poput *Gattaca* ili *Interstellar*, i čiste znanstvene fantastike, poput *Transformersa*.

Sljedeći korak je kreativniji: **izmišljanje kolektivne improvizirane priče**. Jedan za drugim, u krugu, svaki će učenik ispričati ponešto, počevši od statusa quo i doći do eliksira. To je **eksperiment**, pa ćete ih morati **voditi** kroz svaki korak, dajući im **nagovještaje** poput "tko je junak?", "sada nam treba komplikacija" i tako dalje, sve dok priča ne završi. Je li bilo prelako? Podignimo igru na sljedeću razinu: **priča o znanosti!**

**Učenici će morati raditi autonomno**: odabrati junaka, izmisliti zaplet i pronaći pouzdane izvore sadržaja o nanoznanosti na internetu. Nastavnici ih mogu voditi, ali učenici moraju odraditi posao!



### Razgovor s robotom

Vrlo često nam se događa da komuniciramo sa strojevima čak i kada toga nismo svjesni. Na primjer, često kada **nazovemo pozivne centre završimo u telefonskim pozivima s robotima**. Imaju sjajan glas, zvuče ljudski, ali... oni su samo roboti.

Dakle, zašto ne zamoliti učenike da razmisle o ovim pitanjima i **napišu priču** koja ih inspirira da spase našu baštinu? Radit će u **malim grupama** i čak bi mogli koristiti **različite umjetničke izraze**, ako se osjećaju skloniji **glazbi**, na primjer, ili **slikanju**, ili izradi **grafičkog romana** ili cijele priče s **memovima**. Sve dok njihova kreacija sadrži sve osnovne korake junakova puta, to je priča!

Ako su učenici zapeli, evo mogućeg početka: "osoba želi dobiti informaciju o problemu sa svojim mobilnim telefonom koji se više ne spaja na internet. Stoga zove davatelja internetskih usluga kako bi saznao/la gdje je problem". **Ali razgovara li on/ona s robotom ili s osobom?**

Uputimo učenike da se poigraju kako bi ovaj razgovor mogao glatko teći. Što možemo učiniti da identificiramo je li "osoba" s kojom razgovaramo robot ili ljudsko biće? Kako robot razmišlja u usporedbi s čovjekom? Također: **je li razgovarati s robotom tako loše?** Koje su prednosti i nedostaci razgovora sa strojem?

Nakon što učenici završe s stvaranjem priče, zašto je ne **podijeliti** s razredom? Uputite učenike da je pročitaju naglas ako su je napisali ili prezentiraju svoje umjetničko stvaralaštvo ostatku skupine. Ako se osjećaju vrlo avanturistički, zašto to ne **pokušati odglumiti?**

Uz **povratne informacije** svojih vršnjaka vidjet će je li ono što su htjeli reći doista prošlo. Ako jest, pronašli su **eliksir!**



# eliksir

## TI SI JUNAK

### Što sam naučio/la iz ovog iskustva?

Nastavnici i učenici trebali bi posvetiti neko vrijeme da shvate koju lekciju će izvući iz ovog iskustva. Kao što se protagonist svake priče na kraju vraća u svoj svijet s "eliksirom", tako bi se trebali i **nastavnici i učenici**. Uostalom, oni su **protagonisti vlastitih priča!**

Postavimo učenicima ova pitanja: **ako biste prijatelju trebali objasniti što su to neuromorfni čipovi, zašto su važni i za što su korisni, kako biste to učinili? Što bi rekao/la?**

19

Također, razmislimo o našem putovanju i pitajmo učenike: **Jeste li otkrili da bi pričanje priče o nanoznanosti moglo biti lakše od znanstvenih objašnjenja što nanoznanost jest? Je li vam bilo zanimljivo? Kako vam se sviđjelo koristiti pripovijedanje da biste objasnili znanost?**

Sada, **postavimo sebi ista pitanja!**

**Napomena:** ako imate bilo kakve primjedbe ili prijedloge u vezi s ovom radnom bilježnicom i vježbama i zadacima uključenima u nju, slobodno nas kontaktirajte na [direzione@arditodesio.org](mailto:direzione@arditodesio.org)





[WWW.EUREKART-PROJECT.EU](http://WWW.EUREKART-PROJECT.EU)



The European Commission support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.



Co-funded by  
the European Union