

MAGNETSKE NANOČESTICE ZA BIOMEDICINSKE PRIMJENE

NANOZNANSTVENI SCENSKO UMJETNIČKI VODIČ
RADNA KNJIGA ZA NASTAVNIKA



Co-funded by
the European Union



EUREKArt

Magnetske nanočestice

U OVOJ RADNOJ BILJEŽNICI:

EUREKArt	2
ciljevi učenja	3
upute	4
naše putovanje	7
u pozadini	8
zanimljivosti	8
ključne riječi	12
akcije	14
pisanje priče	17
eliksir	19

1



Co-funded by
the European Union

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



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

Magnetske nanočestice

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.**

2



Co-funded by
the European Union

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



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.



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 **magnetske nanočestice**. Kako bismo naš pristup učinili uzbudljivijim i korisnijim, predložit 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:

3

Znanstveni sadržaj

Teme obrađene u ovoj radnoj bilježnici povezivat će se sa školskim nastavnim planom i programom prirodoznanstvenih predmeta. Točnije, učenici će se dotaknuti teme **magnetizma, topline, raka, medicinskih problema i fiziologije tijela**.

Stvaranje poveznica

Magnetske nanočestice se uglavnom koriste u medicinskim tretmanima nekoliko vrsta raka (na primjer, tumora mozga). Koriste se i u liječenju anemije (za nedostatak željeza) i kao kontrastna sredstva u MRI – magnetskoj rezonanciji.

Meke vještine

Učenici će tijekom svog rada na zajedničkom stvaranju 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.



Co-funded by
the European Union

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





upute

UČITELJI POSTAJU VODIČI

Ova aktivnost je stvorena za nastavnike svakog predmeta, kako bi im omogućila da uvedu temu **magnetskih nanočestica** 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**.

4

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.





EUREKArt

Magnetske nanočestice

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 učenicima 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



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

Magnetske nanočestice

- 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.
- 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!**



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



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.



u pozadini

RAZUMIJEVANJE JE MOĆ

PRIČA IZA OVE TEME

Magneti su čovječanstvu poznati tisućama godina. Korištenje magnetskog kamena je zabilježeno u drevnoj povijesti. Zapravo, prije nego što smo uopće znali detalje magnetizma, mogli smo se voditi magnetima u kompasu, alatu koji je omogućio istraživanje svijeta.

Tijekom 19. stoljeća počeo se shvaćati odnos između elektriciteta i magnetizma, što je dovelo do razvoja izuma kao što je prvi elektromagnet Christiana Oersteda.

Kasnije, u dvadesetom stoljeću, minijaturizacija magneta dovela je do proučavanja **magnetskih nanočestica**, a zatim su se ova vrsta čestica koristila u našem svakodnevnom životu kao dio medija za snimanje.

Nedavno su ovi sićušni magneti predloženi za njihovu upotrebu kod ljudi. Nakon što se ubrizgaju u tijelo, možemo ih koristiti za dijagnozu i liječenje bolesti.

POVEZANOST S DRUŠTVOM

Magnetne nanočestice su poput sićušnih magneta. Za biomedicinske primjene, te su čestice obično izrađene od željeznih oksida, slično nekim crvenim tlima koje vidimo na poljima ili pigmentima korištenim na prapovijesnim slikama. Te se čestice mogu koristiti za **isporuku lijekova** na određena mjesta, koristeći vanjski magnet koji ih vodi. Također ih možemo koristiti za **zagrijavanje tumora** i ubijanje njihovih stanica, primjenom vanjskog izmjeničnog magnetskog polja. Imaju ogroman potencijal u medicini kao rezultat svojih zanimljivih fizikalnih svojstava i niske toksičnosti.

8



Co-funded by
the European Union

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



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

Magnetske nanočestice

MAGNETNE NANOČESTICE ZA BIOMEDICINSKU PRIMJENU

Isporuka lijekova

Zamislite da uzimate lijek, poput paracetamola, jer vas boli glava. Lijek ne zna da vas boli glava i bit će raspoređen po cijelom tijelu. Stoga, doza koja vam je potrebna mora biti dovoljna da mali dio lijeka dospije do vaše glave. To nije problem za paracetamol koji je prilično bezopasan, ali je veliki problem za kemoterapeutska sredstva koja su prilično toksična. Ako uspijemo lijekovima reći kamo moraju ići (do tumora) potrebna je manja količina lijeka uz manje nuspojave. Znanstvenici to rade s magnetskim česticama.

Magnetska hipertermija

Zamislite da imate iglu kompasu i magnet, ako pomičete magnet, igla će ga pratiti. Nešto slično radimo s česticama. Primjenjujemo magnetsko polje koje vrlo brzo mijenja smjer. Magnetno polje svake čestice ima smjer (znanstvenici ih nazivaju "magnetskim momentom"). Ovaj magnetski moment želi se uskladiti s izmjeničnim vanjskim poljem, pa se čestice rotiraju i zbog toga se stvara toplina. Znanstvenici mogu koristiti tu toplinu za "spaljivanje" stanica raka.

9



Co-funded by
the European Union

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



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.



zanimljivosti

COOL STVARI ZA ZNATI

Magnetne nanočestice nisu toksične: u vašim jutarnjim žitaricama ima više željeza nego u biomedicinskim primjenama. Mogu se premještati na daljinu pomoću magneta. Mogu se i grijati i mogu nositi lijekove! Manje su od stanica, veličine su slične nekim proteinima, tako da mogu komunicirati s njima na istoj razini veličine.

Magnetotaktičke bakterije

Ove bakterije su u stanju generirati lanac magnetskih nanočestica unutar svojih tijela. One koriste te čestice kao iglu magneta za orijentaciju svojih tijela u Zemljinom magnetskom polju. Osim svojih zanimljivih magnetskih svojstava, ove bakterije su dio zanimljive hipoteze povezane s opažanjem pronađenim u meteoritu. Znanstvenici su pronašli lance kristala magnetita u meteoritu zvanom ALH84001 i postavili hipotezu o biološkom podrijetlu tih čestica inspiriranih lancima magnetotaktičkih bakterija.

Željezo

Željezo u našim tijelima nastalo je u zvijezdama prije nekoliko milijuna godina. Učenicima je prilično zanimljivo otkriti kako su nastali različiti elementi i da život ne bi bio moguć bez željeza (zapravo o njemu ovise gotovo svi živi oblici).

10



Co-funded by
the European Union

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





EUREKArt

Magnetske nanočestice

Magnetske nanočestice za smanjenje CO₂ u atmosferi?

Prije nekoliko godina, jedan projekt bio je fokusiran na gnojdbu područja oceana koja imaju malo hranjivih tvari, kako bi alge i plankton mogli rasti i na taj način generirati “šume u oceanu za hvatanje CO₂ i pretvaranje u O₂”. Nekoliko vrsta željeznih spojeva testirano je kao potencijalne hranjive tvari, od kojih su neke slične sastavu koji koristimo za naše magnetske nanočestice.





ključne riječi

NAUČIMO MALO TERMINOLOGIJE

Željezni oksidi

Kemijski spojevi koji se sastoje od željeza i kisika.

Magneti, magnetizam i magnetska polja

Magneti su materijali (komadi metala ili stijene) koji mogu privući neke vrste metala. Magnetizam je sila koja ih čini da se drže zajedno. Neki željezni oksidi ponašaju se poput magneta, stvarajući magnetsko polje oko sebe. Također možemo generirati magnetska polja s pokretnim električnim nabojima.

12

Izmjenično magnetsko polje

Magnetska polja prolaze kroz prostor, privlačeći ili odbijajući druge magnetske objekte. Kada razmišljamo o magnetskom polju, općenito zamišljamo sliku linija koje spajaju dva suprotna magnetska pola. Ove linije označavaju smjer magnetskog polja. Ove linije možete vidjeti u poravnanju željeznih strugotina posutih po papiru postavljenom preko magneta. To su statička magnetska polja.

Druga mogućnost je postojanje izmjeničnih magnetskih polja, u kojima se smjer linija magnetskog polja mijenja s vremenom na danoj frekvenciji. Kompas u blizini izmjeničnog magnetskog polja kretat će se neprekidno.





EUREKArt

Magnetske nanočestice

Superparamagnetizam

Ovo je oblik magnetskog ponašanja koji se pojavljuje u malim magnetskim nanočesticama. U nanočesticama koje su dovoljno male, kada je temperatura dovoljno visoka, uključujući sobnu temperaturu, magnetizacija može nasumično promijeniti smjer. To se obično ne događa u pravilnijim magnetima!

Rak

Rak je skupina bolesti koje uključuju abnormalni rast stanica s potencijalom invazije ili širenja na druge dijelove tijela.

Magnetska hipertermija

Riječ je o liječenju raka u kojem se magnetske nanočestice ubrizgavaju u tumor i izlažu izmjeničnom magnetskom polju koje povećava temperaturu, stvara vruće točke i ubija stanice raka.

Sustavi za isporuku lijekova

To su pristupi, formulacije, proizvodne tehnike i tehnologije uključene u transport farmaceutskog spoja do ciljanog mjesta kako bi se postigao željeni terapijski učinak.

Nanonosač

Nanonosač je nanomaterijal koji se koristi kao transportni modul za drugu tvar, kao što je lijek. Obično korišteni nanonosači uključuju micelle, polimere, materijale na bazi ugljika, liposome, nanočestice i druge tvari.

13



Co-funded by
the European Union

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



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.



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 **magnetskim nanočesticama!**

Vježba 1 - Magnetske nanočestice

lokacija: prazna prostorija/slobodan prostor

14

Magnetske nanočestice su posebne jer su stvarno male, a ipak posjeduju magnetska svojstva. Svaka čestica ima sjevernu (N) i južnu (S) stranu koje mogu komunicirati sa N i S stranama ostalih čestica. Ova će se vježba poigravati s ovim svojstvima. Svaki učenik bit će magnetska nanočestica koja se kreće u svemiru. Njihova stražnja strana je N dok im je prednja strana S. Mogu li se držati podalje jedno od drugog? Što se događa kada se spoje?

Što ako sada pustite glazbu i glazba generira magnetske valove u razredu... kako će se učenici-čestice kretati?





EUREKArt

Magnetske nanočestice

Vježba 2 - Kretanje u tijelu

lokacija: prazna prostorija/slobodan prostor

Magnetske nanočestice se ubrizgavaju u tijelo, a zatim se kontroliraju i pomiču u tijelu pomoću vanjskih magnetskih polja.

U ovoj vježbi učenici stvaraju labirint u prostoriji, postavljajući stolice i stolove tako da se kroz njih treba kretati. To će biti tijelo. Učenici rade u parovima: jedan je magnetska nanočestica, a drugi magnet. Magnetska nanočestica kreće s jedne strane prostorije i ima zadatak preći sobu zatvorenih očiju (ovdje bi pomogao šal na očima). Drugi učenik (magnet) pomaže u navigaciji dajući glasovne naredbe: "lijevo, desno, naprijed, nazad" itd. Ako vođeni učenik udari u bilo koji predmet, par se eliminira i drugi par pokušava u tome. Tada se mijenja tijelo, stvari se kompliciraju i igra se ponovno pokreće s parovima koji su prošli prethodnu selekciju. Igra završava kada ostane samo jedan par.

Možda ćete htjeti zakomplicirati stvari tako da zamolite učeničkog vodiča (magnetsko polje) da koristi samo neverbalne zvukove (poput ah - ah - ah -eh - eh - eh...) ili čak da se u navođenju koristi samo pljeskanjem rukama. Eksperimentirajte s mogućim načinima na koji bi dva učenika mogla komunicirati!

Napomena: nekoliko učenika istovremeno radi ovu vježbu

15



Co-funded by
the European Union

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



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

Magnetske nanočestice

Vježba 3 – Škola je tijelo/vježba subjektivnog mapiranja

lokacija: čitava škola

U ovoj vježbi tražimo od učenika da mapiraju cijelu školu i identificiraju mjesta, kutke i lokacije koja im se sviđaju i na kojima se osjećaju ugodno, kao i mjesta koja im se ne sviđaju; ona koja bude lijepa sjećanja, ali i ona koja izazivaju ne baš dobre uspomene. Ideja je sada da se cijeli razred rasporedi po školi tako da se kreću po školi idući od jednog mjesta do drugog na dobro definiranom putu fokusirajući se na mjesta koja "privlače" i druga koja ih "odbijaju". Odjednom postaju magnetske nanočestice koje se kreću kroz tijelo pod utjecajem njihovih osjećaja i sjećanja (njihov osobni magnet). Kada to rade, ne bi trebali ni s kim razgovarati, već samo istraživati i iskusiti osjećaje koje imaju.

16

Kad se vrate u razred od njih se traži da objasne kamo su otišli i kakva su njihova iskustva u ovom velikom školskom tijelu.

Zašto ne izaći iz škole? Istražite druga mjesta, doživite druga iskustva.

Napomena: ovdje će se istraživati cijela škola. Učenici moraju biti dovoljno odgovorni da ne zlorabe pruženu slobodu.



Co-funded by
the European Union

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



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 **magnetskih nanočestica**. 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!

17



Co-funded by
the European Union

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





EUREKArt

Magnetske nanočestice

Fantastične magnetne nanočestice

U filmu **Fantastic Voyage** iz 1966., u režiji Richarda Fleischera, briljantnom znanstveniku Jan Benesu se razvije krvni ugrušak u mozgu. Međutim, koristeći tehnologiju koju je sam razvio i koja može minijaturizirati materiju, tim stručnjaka ulazi u njegovo tijelo kako bi mu pomogli. Zvuči poznato? Problemi koje su otkrili vrlo su slični onima s kojima se susreću naše magnetske nanočestice kada se primjenjuju na pacijentima.

Što ako biste morali učiniti isto? Zamolite učenike da **napišu priču** o tome. 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: "vi i vaši prijatelji možete se smanjiti na veličinu nanočestice i sve vaše fizičke sposobnosti ostaju nepromijenjene (možete disati, razmišljati, kretati se...). Vaš cilj je **isporuka lijeka** u mozak pacijenta, pa dobiješ injekciju u tijelo (gdje?) i onda se probiješ do mozga, zahvaljujući snažnim magnetskim silama (kako?)..." **Pokušajte opisati ovo putovanje**, a također, nakon što ste isporučili lijek, pokušajte vidjeti kako se možete izvući iz ove situacije kako biste se vratili u svoje uobičajene dimenzije, otići kući i završiti s poslom!

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**!

18



Co-funded by
the European Union

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



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.



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 magnetske nanočestice, zašto su važne i za što su korisne, 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





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