

# Virtualni STEM muzej

**Pedagoški priručnik o virtualnim  
muzejima i njihovim  
prednostima za STEM područje**

## Sadržaj

<b>Prvi dio: Uvod u virtualne muzeje i teoretske obrazovne prednosti .....</b>	<b>3</b>
Uvod u projekt: Virtualni muzeji kao alat za učenje i njihove koristi za obrazovanje	3
Kako tehnologija može oblikovati aktivno sudjelovanje i cjeloživotno učenje u STEM području obrazovanja .....	5
<b>Drugi dio: Postojeći eksperimenti i upotrebe virtualnih muzeja ili okruženja za učenje u obrazovanju .....</b>	<b>10</b>
Virtualni muzeji kao sredstvo učenja: Kako virtualno okruženje pomaže poboljšati angažman učenika i aktivno sudjelovanje .....	10
Virtualni muzeji u Europi .....	14
<b>Treći dio: Mogućnosti primjene virtualnog muzeja za poučavanje i učenje u području STEM-a .....</b>	<b>22</b>
Virtualna okruženja za učenje doprinose poboljšanju postignuća učenika u STEM obrazovanju .....	22
Virtualna okruženja za učenje kao podrška u obrazovanju i u izvanrednim okolnostima .....	25
Virtualna okruženja predstavljaju svima dostupne alate za učenje .....	30
Inkluzivan pristup virtualnog muzeja za učenike sa specifičnim poremećajima učenja .....	34
<b>Četvrti dio: Intervjui stručnjaka .....</b>	<b>40</b>
Očekivanja i aktivnosti Virtualnog STEM muzeja .....	40
Integracija muzeja u učionicu .....	41
Angažman učenika .....	42
Prvi dojmovi nakon testiranja Virtualnog STEM muzeja .....	44
<b>Peti dio: Najbolje prakse .....</b>	<b>45</b>
<b>Literatura .....</b>	<b>51</b>

## **Prvi dio: Uvod u virtualne muzeje i teoretske obrazovne prednosti**

### **Uvod u projekt: Virtualni muzeji kao alat za učenje i njihove koristi za obrazovanje**

Najnoviji rezultati PISA istraživanja (2018.) pokazuju da se učenici u većini europskih zemalja konstantno suočavaju s teškoćama u predmetima STEM područja. Učenici učestalo postižu loše rezultate u matematici, a to se sve više primjećuje i u ostalim predmetima iz područja prirodoslovlja. Obzirom da se ovakvi neželjeni rezultati ne mijenjaju, nužan je zaokret u paradigmi poučavanja predmeta iz navedenog područja. Najprije je potrebno shvatiti koji su to faktori koji utječu na manjak motivacije za učenje takvih predmeta te razviti alate koji će promijeniti negativnu predodžbu koju učenici imaju o njima. Učenici takve predmete obično smatraju teškima i previše apstraktnima, zbog čega smatraju da ih ne mogu naučiti. Posebno se to primjećuje kod učenika koji se suočavaju s neuspjehom u školi. Stoga je potrebno predmete STEM područja učiniti konkretnijima i približiti ih učenicima, a ključ kako to učiniti možda leži u interakciji i kombiniranju poučavanja i igre. Razvoj strategija kojima će se uključiti sve učenike i koje će se prilagoditi svima, postao je bitan cilj pogotovo u kontekstu izazvanom pandemijom COVID-19. Utjecaj pandemije najviše je vidljiv kod učenika koji su već i ranije imali poteškoće u učenju.

Nastavnicima je bilo teško dobiti povratnu informaciju od učenika, a i poučavanje je bilo teško prilagoditi potrebama i tempu učenja svakog učenika. Kako bi smanjili rizik da učenici izbjegavaju online nastavu, nastavnici su se trudili učenike što više uključiti u nastavu i potaknuti ih na suradnju istovremeno im dajući autonomiju. To je postao složen posao obzirom na manjak alata koje su imali na raspolaganju pa se pojavila potreba za stvaranjem alata koji će omogućiti veću autonomiju i interakciju u učenju. Kako bi se to postiglo, cilj ovog projekta je stvoriti prvi STEM virtualni muzej na području srednjoškolskog obrazovanja koji će biti prikladan za inkluzivno obrazovanje. Kako bi se svima omogućio pristup, muzej će biti dostupan preko bilo koje web tražilice te neće biti ograničen na virtualnu stvarnost.

Ribeiro, A. i Silva, B. (2009.) kažu da je tehnološki napredak, a konkretno napredak i demokratizacija dostupnosti interneta krajem 20. stoljeća definirao nove oblike komunikacije i interakcije između pojedinaca te između pojedinaca i institucija.

Virtualni muzej novi je koncept koji bi mogao strukturirati ambiciozne obrazovne projekte. „Virtualni muzej je digitalna jedinica koja se temelji na karakteristikama muzeja kako bi nadopunila, pojačala ili proširila iskustvo muzeja kroz personalizaciju, interaktivnost i bogatstvo sadržaja.“ (VIMM, 2018.). Bernard Deloche (2001.) istražuje koncept muzeja kao privilegiranog mjesta za razvijanje senzornih iskustava. Ovaj koncept može se upotrebljavati u obrazovnom kontekstu uz znatne prednosti. Uporaba elemenata interaktivnosti koji uključuju posjetitelja velika je prednost virtualnih muzeja. Pallokas, I. i Kekkeris, G. (2008.) smatraju da je prednost digitalne podrške sposobnost spajanja više različitih vrsta komunikacije (teksta, zvuka, statičnih i dinamičnih slika).

Ova metodologija vrlo je prikladna za područje obrazovanja, posebno u trenutku kada se istražuju nove metode poučavanja koje će zamijeniti tradicionalne te kada se istražuju nove strategije učenja, a cijeni se integrirani pristup učenju. Motivacija učenika ključan je faktor uspjeha u školi pa uporaba tehnologije, koja je trenutno glavna kulturološka referenca, može znatno doprinijeti buđenju entuzijazma kod učenika. Muzej se može smatrati obrazovnim centrom zahvaljujući svojim živim, prirodnim i vizualnim materijalima. Uporaba muzeja u obrazovne svrhe podrazumijeva sinergiju između obrazovnih procesa, pedagogije, muzejske umjetnosti i psihologije. Virtualni muzeji poznati su po svojim komunikativnim, obrazovnim, estetskim i motivacijskim osobinama. Pallokas, I. i Kekkeris, G (2008.) smatraju virtualni muzej vrstom web stranice na kojoj se mogu promatrati umjetnički i povijesni predmeti, zbirke ili eksponati, a nudi nam i mogućnost odvijanja obrazovnih procesa na digitalnoj platformi. Muzej koji se temelji na web tehnologijama nadilazi tradicionalni muzej po pitanjima fizičke sigurnosti, održavanja te ostalih procedura prilikom rješavanja problema.

Virtualni muzej može se upotrebljavati u učionici gdje nastavnik upućuje učenike na najvažnije točke, no važno je i da učenici samostalno posjećuju muzej te istražuju i analiziraju ono što ih zanima. Nastavnik može pripremiti vodič kako bi pomogao učenicima da se snađu, da obrate pozornost na bitne dijelove, no također je bitno znati što im je prvo privuklo pažnju. Učenici imaju priliku posjetiti zbirke i saznati više o njima, razmjenjivati ideje i zajednička iskustva u ugodnom okruženju nalik igri.

Postaje očito da su virtualni muzeji funkcionalna komunikacijska središta, odnosno da svima pružaju priliku kako bi usvojili nova znanja i vještine.

## Kako tehnologija može oblikovati aktivno sudjelovanje i cjeloživotno učenje u STEM području obrazovanja

Tehnologiju možemo smatrati fundamentalnim elementom znanosti, tehnologije, strojarstva i matematike (STEM). Nekoliko je načina na koje ona utječe na primjenu i oblikovanje pedagogije u STEM području. Ovdje ćemo prikazati dva koncepta uporabe tehnologije u STEM obrazovnim područjima: 1.) Umetanje i izravna integracija tehnologije u pedagogiju STEM predmeta i 2.) Uporaba tehnologije kao alata kojim se obogaćuje pedagogija STEM obrazovnih predmeta. Kada se tehnologija integrira u znanost, strojarstvo ili matematiku, učenici se njome koriste kako bi rješavali probleme na izazovan i kreativan način. Dakle, uporaba tehnologije daje učenicima priliku da razviju vještine kreativnog mišljenja i rješavanja problema te da postanu inovativni prilikom aktivnog sudjelovanja u cjeloživotnom učenju STEM predmeta.



Izvor: <https://unsplash.com/>

Učenici se uključuju u virtualne svjetove ili simulacije koristeći više različitih aplikacija. Nadalje, obrazovanje temeljeno na tehnologiji pomaže učenicima da napreduju u specifičnim područjima pismenosti i vještina poput kritičkog mišljenja, društvenih vještina i vještina rješavanja problema, kao i tehnološke pismenosti (Dogan & Robin, 2015.).

Mjera u kojoj različite tehnologije angažiraju učenike pri učenju složenih koncepata pomaže im razvijati dublje razumijevanje STEM predmeta. Osim toga, bitno je primijetiti da je učinkovita uporaba i uključivanje tehnologije nužna za poboljšanje učenja STEM predmeta što je od temeljne važnosti kako bi se poboljšali i kurikulumi i postignuća učenika. Tehnologija omogućava kreativno, svrhovito i fleksibilno mišljenje usvajanje znanja u učionici, ali i proširuje obrazovne prilike za učenike. Brzina razvoja tehnologije i njezine primjene razvijaju potencijale u uporabi obrazovne tehnologije kako bi se poboljšali ishodi u STEM predmetima. Učenici 21. stoljeća trebali bi postaviti ciljeve učenja, što bi im pomoglo da postanu svjesniji učenja koje trebaju iskusiti. Ta bi im svijest pomogla da postanu angažiraniji, posebno kada su uključene metode moderniziranih pristupa učenju poput interaktivnog učenja na daljinu, simulacijskih alata, alata proširene i virtualne stvarnosti te video igara. (Vahidy, 2019.)

### **Oblikovanje aktivnog sudjelovanja i cjeloživotnog učenja u STEM obrazovnom području**

Zbog visokog postotka učenika koji postižu slabije rezultate u predmetima poput matematike i fizike (PISA,2018.) predlaže se uspostavljanje moderniziranih mjesta gdje će učenici uživati u učenju predmeta STEM obrazovnog područja. Time se postupno uvode relevantni pristupi STEM-u koji učenike upoznaju s terminologijom, idejama i iskustvima, istovremeno pripremajući obrazovne djelatnike za provođenje istog cilja. Kada se tehnologija razvija imajući na umu i učenike i nastavnike te kada se posebna pažnja posvećuje učenju i sadržaju koji se poučava, koristi imaju i učenici i nastavnici. Konkretno, angažiranje učenika u pristupe STEM-u temelj je uspješnog učenja STEM predmeta u budućnosti. Uporaba tehnologije u STEM obrazovnom području podupire taj cilj. (Vahidy, 2019.)

Stoga proizlazi da napredak u STEM obrazovanju akademskoj zajednici nudi mogućnost boljeg definiranja tehnologije unutar koncepta STEM obrazovanja. Poticanje pouzdanog angažmana među učenicima važno je i zbog pripremanja učenika za buduće karijere u području STEM-a, ali i zbog jačanja njihovih vještina

potrebnih za život u 21. stoljeću općenito. Kako bi se to postiglo, zadaci koji se pred njih postavljaju trebali bi sadržavati STEM precizne alate i tehnologije.

Obzirom na širok raspon tehnologija dostupnih za cjeloživotno učenje STEM predmeta, važno je poticati nastavnike da budu kritični pri njihovoj uporabi. Umjesto da se fokusiraju na odabir tehnologije, trebali bi se koncentrirati na to kako će tehnologiju koristiti u nastavi obzirom na očekivane ishode učenja. (Ellis i suradnici, 2020.)

## **Stvaranje online muzeja: Kako se muzej već koristi i kako se može unaprijediti**

Prve web stranice muzeja nastale su 1991. godine te one predstavljaju bazu za nastanak virtualnih muzeja. Internet doprinosi ubrzanoj razmjeni podataka pa su nastali privatni virtualni muzeji kako bi zadovoljili nove potrebe. Jedan od primjera je francuski muzej *Louvre* čiji je virtualni muzej pokrenut 1994. godine. Virtualni muzeji postali su vrlo brzo popularni jer su predstavljali novitet: „Bilo je zabavno eksperimentirati s novim medijem. Još se sjećam što sam osjećao kada sam shvatio da imamo više publike online nego uživo.“ (Semper 2020. u privatnim porukama autorima „Web stranice muzeja prvog vala: Uspon virtualnog muzeja“ o prvim godinama web stranice Muzeja znanosti Exploratum).

„U početku je bilo nekih izazova zbog tehničkih ograničenja u to vrijeme pa su virtualni muzeji bili vrlo jednostavni“, kaže Rob Semper. „Kada smo 15. prosinca 1993. pokrenuli našu web stranicu mogli smo vidjeti samo 600 stranica na cijelom internetu. Jedna od njih bila je stranica Prirodoslovnog muzeja Sveučilišta Berkeley koja se sastojala od nešto teksta i slika. Druga je bila stranica Kongresne biblioteke u Washingtonu u kojoj je gostovala izložba pod nazivom „Ponovo rođen Rim: Knjižnica u Vatikanu i kultura renesanse“ koja je imala online verziju. Druge nismo vidjeli.“ (Semper 2020. u privatnim porukama autorima „Web stranice muzeja prvog vala: Uspon virtualnog muzeja“ o prvim godinama web stranice Muzeja znanosti Exploratum).

Iako virtualni muzeji danas nisu novi fenomen, u zadnje vrijeme raste njihova važnost zbog praktičnosti i inovativnosti. Mijenja se način na koji muzeji komuniciraju s publikom te je nužno prilagoditi strategije. Pandemija uzrokovana virusom COVID-19 također je utjecala na razvoj virtualnih muzeja, dala je poticaj njihovoj uporabi u obrazovanju i slobodnom vremenu.

Nastavni procesi počeli su se odvijati online, ubrzana je digitalna transformacija i to je stvorilo nove potrebe. Danas je poučavanje gotovo nezamislivo bez tehnologije.

No, brze promjene nose sa sobom i izazove pa postoji razlika između redovnog poučavanja na daljinu i poučavanja na daljinu u hitnom slučaju. Dok redovno poučavanje na daljinu zahtijeva pomno planiranje i oblikovanje, poučavanje na daljinu u hitnom slučaju je alternativan proces koji često može biti ubrzan epidemiološkom krizom (Torres Martin, C., el Homrani, M., Mingorance Estrada, N. 2021.).

Pojavile su se nove metodologije koje su sa sobom donijele potrebu za prilagodbom. Do promjena je došlo vrlo brzo tako da su one prestigle prethodni napredak. Digitalna transformacija donosi brojne inovativne pedagoške metodologije koje dosežu širu publiku i doprinose većoj kvaliteti obrazovanja.



Iako virtualni muzeji često imaju prave muzeje s predmetima i rukotvorinama, ova se ideja sve češće mijenja. Carly Straughan u članku „Je li budućnost muzeja online i kako bi virtualni muzej mogao izgledati?“ kaže „Moglo bi vas iznenaditi kad saznate da postoje mnogi online izvori koji se smatraju muzejima i imaju slične misije onome što mnogi ljudi smatraju muzejem. A najvažnije je da potpuno odgovaraju definiciji muzeja koje je navelo Muzejsko društvo.“

Virtualni muzeji jedan su oblik motivacije kojim se učenike želi potaknuti da uspostave kontakt s eksponatima, za razliku od pravih muzeja gdje eksponate



najčešće ne smiju dodirivati. Još jedna bitna prednost virtualnih muzeja jest da učenici mogu ostati koliko dugo žele. Nadalje, virtualni muzeji omogućavaju doživljaj posjete muzeju ljudima koji iz bilo kojeg razloga ne mogu posjetiti pravi muzej. S vremenom su računala postala široko dostupna i fleksibilna, omogućavaju korisnicima da ih premještaju te ih jednostavnije prilagođavaju vlastitim potrebama. Stoga se i virtualni muzeji prilagođavaju različitim vrstama korisnika kako bi oni imali pristup njihovom sadržaju.

Virtualno okruženje, posebno muzeji, osiguravaju aktivno učenje gdje je učenik autonoman i samostalan u procesu učenja.

Virtualni muzeji potiču samostalno učenje poštujući različite stilove i tempo učenja, istovremeno motivirajući korisnika na učenje zbog zabavnog aspekta ovog alata.

## Drugi dio: Postojeći eksperimenti i upotrebe virtualnih muzeja ili okruženja za učenje u obrazovanju

### Virtualni muzeji kao sredstvo učenja: Kako virtualno okruženje pomaže poboljšati angažman učenika i aktivno sudjelovanje

U tradicionalnom učioničkom okruženju učenici imaju pasivnu ulogu, a odrasli usmjeravaju učenje. Dalgarno i Lee (2010.) primijetili su da različite virtualne platforme mogu poslužiti u razne obrazovne svrhe. Obrazovanje ima priliku odmaknuti se od tradicionalnog učioničkog tipa učenja prihvaćajući nove i moderne tehnologije. Drugim riječima, 3D okolina nudi nam jedinstveni set karakteristika i s pedagoškog i didaktičkog gledišta.

Virtualna okolina namijenjena učenju većinom se koristi za online učenje, igrice i prikaze stvari koje ne možemo vidjeti u stvarnom životu (simulacije). Kao što su konstatali Barney Dalgarno i Mark J. W. Lee : “ 3-D virtualno okruženje ( 3-D VE) može se definirati kao okruženje koje koristi prirodne aspekte ljudske percepcije produžujući vizualnu informaciju u tri prostorne dimenzije” (Dalgarno and Lee, 2010). Kada se nova tehnologija uvede u obrazovne aktivnosti, za nastavnike je važno da se upoznaju sa svim mogućnostima koje ta tehnologija nudi te načinima kako ju učenici mogu iskoristiti (Qian, 2018).

Obrazovne institucije i nastavnici svjesni su dobrobiti upotrebe 3D virtualnog okruženja za učenje i poučavanje. 3D virtualno okruženje omogućuje istraživanje i učenje, ali također i konstruiranje i rukovanje virtualnim objektima (Dalgarno and Lee, 2010). Prema tome, upotreba 3D okruženja u školama nudi niz izazova i mogućnosti. Virtualno okruženje nudi više mogućnosti za učenje gdje je učenik u središtu jer motivira učenika, pomaže mu kod uključivanja u nastavu i aktivnog sudjelovanja. Učenici mogu komunicirati u svom virtualnom okruženju te tako otkriti i iskusiti mjesta i situacije, riješiti problem i naučiti kritički misliti. Simulacije omogućavaju učenicima da uvježbaju vještine ili riješe problemske zadatke, a to je posebno primjereno kada su zadaci o kojima je riječ skupi ili opasni i ne mogu se

provesti u stvarnom svijetu. Korištenje 3D simulacije prilikom treninga astronauta kako da poprave svemirski teleskop samo je jedan od primjera (Psocka, 1995.; Moore, 1995., i Dalgarno i Lee, 2010.).

Virtualno okruženje može olakšati učenje. Kao što je bilo spomenuto, može se koristiti da se olakšaju zadaci iskustvenog učenja koje bi bilo nemoguće provesti u stvarnom svijetu, da se olakšaju zadaci koji vode do povećane intrinzične motivacije i aktivnog sudjelovanja, ali i da olakša zadatke koji vode do poboljšanog transfera znanja i vještina u stvarne situacije (Dalgarno i Lee, 2010.). Najvažnije od svega, 3D virtualno okruženje omogućuje učenicima da komuniciraju ili da zajedno rade na zadatku, odnosno problemu. Poznato je da bi suradnja i zajedničko učenje trebali uključivati aktivnosti i zadatke koji zahtijevaju pozitivnu međuzavisnost među sudionicima. Nadalje, svaki član daje jedinstven i vrijedan doprinos kroz svoje dužnosti na zadatku.

Rezultati istraživanja pokazali su da je virtualno učenje pogodnije, potiče autonomiju i povećava element zabave u učenju (Bakshio, 2021.). Kroz izravan angažman u virtualnom svijetu, nastavnici imaju mogućnost prezentirati okolinu u kojoj se kod učenika neće manifestirati sramežljivost, neugoda, manjak socijalnih vještina i drugih teškoća. Također, učenici imaju priliku simulirati scenarije iz svakodnevnog života, iz važnih povijesnih događaja, ali i iz znanstvenih eksperimenata – a sve je to moguće uz korištenje virtualnog okruženja. Drugim riječima, učenici imaju priliku više naučiti koristeći nešto novo i moderno, a što nisu knjige i predavanja. Na primjer, Carter (Franks, 2016.) govori o okolišu za učenje nazvanom Virtual Harlem, koji učenicima omogućuje da iskuse harlemsku renesansu ranog 20. stoljeća. Virtual Harlem omogućuje učenicima i svima zainteresiranim da putuju kroz vrijeme i vide povijesne ličnosti iz tog razdoblja, ali i da slušaju glazbu i intervjuje iz tog vremena (Franks, 2016.).

Prema istraživanju (Becker Nunes, et al., 2019.), vidimo da virtualno okruženje ima važnu ulogu u raznim modelima učenja. Nastavnik je taj koji kreira materijale za učenje i situacije koristeći razne pedagoške i didaktičke aktivnosti u virtualnom svijetu. Zbog toga nastavnik ima jednu od najvažnijih uloga u cijelom procesu virtualnog učenja.

Virtualno okruženje također pruža podršku učenicima s invaliditetom koji se mogu bez problema uključiti u svakodnevno učenje. Virtualne simulacije mogu pružiti autentično personaliziranu platformu za učenje, prilagođenu jedinstvenim potrebama svakog korisnika. Ona pomaže učenicima kod razvijanja socijalnih vještina, pomaže im da se bolje organiziraju i pruža mogućnosti za uspjeh.

Prema studiji slučaja (Qian, 2018.), virtualna simulacija srednjoškolicima može olakšati učenje o uzročno-posljedičnim vezama u ekosustavu. Primjerice, učenici mogu spoznati činjenicu da i organizmi koji su premali da bi se vidjeli golim okom imaju važnu ulogu u ekosustavu. Također, učenici mogu istražiti veliko područje što je vrlo važna značajka za učenje o ekosustavu kako bi razumjeli učinke udaljenosti (Qian, 2018.).

Koristeći još jedan primjer tehnologije virtualnog svijeta, Google virtualna stvarnost daje učenicima mogućnost da pođu na virtualni izlet. Mogućnosti upotrebe tehnologije virtualnog svijeta su neograničene, npr. koristeći Google Class, učenici mogu virtualno posjetiti neki muzej ili neko drugo mjesto. "Muzej" je mjesto gdje se povezujemo s temom koju obrađujemo i koja nas potiče da o njoj više naučimo. Dobar muzejski eksponat nas motivira da nabavimo knjigu o toj temi, da razgovaramo sa stručnjacima, da dalje razmišljamo o njoj i da budemo učenici koji su sami došli do spoznaje koliko nas nešto zapravo zanima.

Također, koristeći Google virtualnu stvarnost i Google Class (3D uređaj), učenici imaju jedinstvenu priliku iskusiti nešto što ne mogu imati u stvarnom životu, npr. komunicirati sa zvijezdama, posjetiti određeno mjesto itd. Upotreba Google Class i Google virtualne stvarnosti obogaćuje učenje te pruža nastavnicima još jedan pedagoški i didaktički alat za poučavanje (Franks, 2016.). Primjerice, Nacionalna galerija u Londonu nudi mnogo poveznica na video zapise, priče, virtualne šetnje i sl., tako da učenici mogu učiti o umjetnosti i povijesti kod kuće ili u školi.

Još jedan primjer svijeta virtualne tehnologije dolazi iz laboratorija virtualne stvarnosti Sveučilišta Syracuse, pod imenom MarkerSpace. Taj laboratorij je suradnički prostor gdje se zamišlja, osmišljava, gradi, uči i poučava. Studenti uče i komuniciraju s objektima koje su kreirali. To je virtualna stvarnost koja donosi kreirane elemente u okruženje za učenje u stvarnom svijetu. Upotrebom 3D printera

studenti imaju priliku isprintati svoje objekte za kasniji pregled. Npr. nakon gledanja reprodukcije Atenske škole u digitalnom muzeju, moguće je isprintati kopiju bilo kojeg dijela eksponata za kasnije proučavanje. Takva taktilna iskustva sumiraju revolucionarnu društvenu interakciju između kulturnih resursa i onih koji su ih kreirali (Franks, 2016.).

Još jedna prednost okruženja za virtualno učenje, prema Matsuiju (Qian, 2018.), može se vidjeti na početku virtualne razmjene koja se bavila osnaživanjem interpersonalne emocionalne veze između korisnika i njihovih partnera. Dva japanska i dva američka studenta zajedno su sudjelovali u dva različito dizajnirana virtualna okruženja, ali koristeći istu 3D vizualnu aplikaciju (Matsui, Qian, 2018.). Rezultati su pokazali da su korisnici skloni anksioznosti i da pronalaze avatare koji im pomažu prebroditi razdoblja duge tišine. Konačni rezultati pokazali su da je efekt bio jači na početku sastanaka, a kako su se oni nastavljali, efekt se postepeno smanjio (Matsui, Qian, 2018.).

Postoji mnogo opcija za učenje u digitalnom okruženju koje se mogu iskoristiti u pedagoške svrhe. Osim planiranja timskog rada i dijeljenja podataka, primjeri spomenutih razloga vidljivi su i u korištenju chata i ostalih komunikacijskih alata za diskusiju i *brainstorming*. Budući digitalni sustavi možda će trebati spojiti te razloge i ideje, ali i ponuditi moderna i inovativna rješenja kao pomoć pri učenju, dijeljenju i komunikaciji.

Ako više naučimo o virtualnoj tehnologiji općenito, onda će takvo okruženje biti korisno za upotrebu u pedagoškom smislu – za učenje i poučavanje (Dalgarno i Lee, 2010.). Virtualni svjetovi u obrazovanju mogu poboljšati motivaciju, angažman i doprijeti do puno više učenika koristeći različite stilove učenja – bolje nego kroz isključivo tradicionalne metode poučavanja.

Studija učeničkih motivacija i pogleda pokazala je da su učenici jako zainteresirani za virtualno učenje (Qian, 2018.). Mogućnost da učenici preuzmu na sebe ulogu znanstvenika u virtualnom svijetu potiče istraživanje, efikasnost i vjerovanje u vlastite mogućnosti da uspiju u istraživanju znanstvenih problema (Qian, 2018.). Nadalje, osobno zadovoljstvo, komunikacijske vještine i osobni angažman također su se

ispitali, kao i emocionalna i mentalna postignuća te konačni ishod korištenja virtualnog okruženja.

Virtualno okruženje i učenje pokazali su se kao bitna alternativa tijekom epidemije. Upotreba tehnologije u učionicama već je danas dominantna, a budućim generacijama ta upotreba bit će uobičajena i ugodna za korištenje na svim stupnjevima obrazovanja.

## Virtualni muzeji u Europi

Koncept muzeja nije više isti kao što je bio u prošlost. Prema S. Pescarinu (2014.), citirajući EGMUS definiciju i objašnjenje, glavni tipovi muzeja uglavnom su ostali isti i mogu se sažeti u tri glavne kategorije: muzeji umjetnosti, arheologije i povijesti, muzeji znanosti i tehnologije te ostali muzeji. U današnje vrijeme jasno je da muzeji nisu više samo mjesta koja izlažu predmete i umjetnička djela za proučavanje ili očuvanje. Ideja muzeja čiji je cilj isključivo izlaganje ili proučavanje zbirke više nije izvediva. Da bi se u 21. stoljeću uhvatila pažnja javnosti, muzeji se moraju fokusirati na komunikaciju i atraktivnost, istodobno obogaćujući iskustvo posjetitelja. Iskustvo posjeta muzeju mora biti ugodno, stoga muzeji moraju razdijeliti kompleksne

informacije u manje ili sažete dijelove.

Današnji ritam života pretpostavlja da posjetitelji ne mogu gubiti vrijeme stojeći ispred eksponata duže vrijeme – ili će odmah dobiti odgovor na svoja pitanja, ili će ih neka druga informacija zaokupiti pa će produžiti dalje. Upravo zbog toga muzeji moraju postati atraktivniji te zadržati pažnju posjetitelja, pribjegavajući novim tehnologijama.

Suprotno općoj pretpostavki, muzeji su “relativno novija institucija i tek su se u 2.



polovici 20. stoljeća definirali sljedeći opći principi suvremenog muzeja: muzeji bi se trebali moći prilagoditi i postati sredstvo za komunikaciju, pomažući kod iskustva usvajanja kulture, i kad god je to moguće, koristiti tehnologiju i sustave širokog spektra“ (Carrozzino, M. & Bergamasco, M. 2010). Danas više nego ikad postoji potreba za muzejom koji je dinamičan te za bogatom komunikacijom koja ne odvlači pažnju. Glavna i najvažnija tehnologija korištena u muzejima, posebno kada se radi o odnosima s javnošću je internet. Internet je temeljno promijenio način ljudske komunikacije, a nije ništa drugačije niti na polju muzeologije. Muzeji su, kao i bilo koja druga institucija, prisutni na webu.

“Izrada web stranica za muzeje počela je od 1990-ih pa nadalje, s unaprjeđenjem interneta. Neki muzeji još uvijek nemaju vlastite stranice, dok i oni koji ih imaju pružaju samo informacije za kontakt (Henriques, R., 2004). Međutim, 2020. godine dogodio se velik rast u brojevima muzeja koji su dijelili svoj sadržaj online, što je posljedica sveopćeg zatvaranja uzrokovanog pandemijom COVID-19.

Internet nam omogućuje virtualne posjete koje mogu potaknuti opću javnost na “pravi” posjet. Drugim riječima, umjesto da služi samo kao muzejska posjetnica, internet je omogućio pristup svojim kolekcijama u širem smislu. Javnost može dobiti informaciju o sadržaju svojih zbirki i kulturnih aktivnosti koje se odvijaju u zgradi muzeja. Internet ovdje služi kao sredstvo razumijevanja i komunikacije te omogućuje muzejima veću interakciju sa svojim korisnicima. Možemo li karakterizirati različite tipove muzejskih web stranica prema svojoj vezi sa internetom i novim tehnologijama? M. Piacente (1996.), u svojoj tezi “Majstori umjetnosti u Sjedinjenim državama”, citirao je R. Henriquesa (2004.) koji nabroja tri kategorije muzejskih web stranica: elektronska brošura, muzej u virtualnom svijetu i potpuni interaktivni muzej.

Prva kategorija muzejskih stranica je elektronska brošura, čija je jedina svrha samopromocija. Ona služi kao komunikacijsko i marketinško sredstvo. Korisnik ima pristup povijesti muzeja, informaciji o radnom vremenu i ponekad o tehničkom osoblju koje radi u muzeju. Taj tip je najčešći u gotovo svim muzejima. Ovisno o dostupnim resursima, neke su informacije vrlo detaljne, ali svima je zajednički cilj vizualna prezentacija, poput brošure. U tom slučaju, internet je sredstvo pomoću

kojega bi muzej postao popularniji te bi se na taj način korisnicima interneta olakšao pristup muzeju. Izbor razrađenijih stranica i u dizajnu i navigaciji, ovisi o ljudskim i financijskim resursima koje institucija ima na raspolaganju. Troškove održavanja jednostavnijih stranica koje ne sadrže baze podataka može snositi svaka institucija jer postoje serveri koji nude besplatan prijenos podataka za takvu vrstu stranica. Vrlo je moguće da izbor takve, jednostavnije stranice ovisi o smanjenim resursima nego o samoj odluci institucije.

Druga kategorija stranice bila bi muzej u virtualnom svijetu. Kroz takvu stranicu institucija predstavlja detaljnije informacije o svojoj zbirci, često kroz virtualne posjete. Stranica projicira fizički muzej na virtualan način te često predstavlja privremene izložbe koje se više ne mogu pogledati u fizičkom postavu muzeja. Na taj način internet služi kao tehnička podrška za izložbe. Mnogi muzeji također nude baze podataka o svojim zbirkama, prikazujući predmete koje trenutno nisu izloženi ili pružaju informaciju o određenoj temi. Moguće je neki predmet vidjeti u 3D prostoru ili čak kupiti predmete online iz muzejskog dućana pa na taj način stranica također služi i kao e-trgovina.

U trećoj kategoriji su potpuno interaktivni muzeji. Na toj vrsti stranice može postojati veza između virtualnog i fizičkog muzeja uz dodane elemente interaktivnosti koji uključuju posjetitelja. Ponekad muzej reproducira sadržaje iz izložbe fizičkog muzeja, dok je u ostalim slučajevima virtualni muzej sasvim drugačiji od fizičkog muzeja. Ono što muzej čini zaista interaktivnim jest način na koji se uključuje javnost.

Interaktivnost je ključni dio takve vrste muzejske stranice jer dozvoljava javnosti da surađuje s muzejom. Važno je napomenuti da muzej na internetu ne gubi svoje osnovne karakteristike, nego dobiva nove značajke. Drugim riječima, ciljevi stranice nisu nužno različiti od onih fizičkog muzeja, nego ih samo nadopunjuju. Na tu kategoriju više niti ne gledamo samo kao na web stranicu, nego kao na pravi virtualni muzej.

Muzeji koji znaju kako iskoristiti sve mogućnosti koje internet nudi, kreirajući svoje vlastite virtualne muzeje, uspijevaju proširiti horizonte. Mogućnost veće interakcije s javnošću glavna je prednost stvaranja virtualnog muzeja, bilo to virtualno predstavljanje već postojećih muzeja ili muzeja kreiranih posebno za World Wide Web. Ovdje je potrebno spomenuti različite dimenzije virtualnih muzeja. R.



Henriques (2018.) kaže : "S obzirom na koncept virtualnog muzeja, moramo razjasniti da virtualni muzej ima dvije konfiguracije: virtualni aspekt određenog fizičkog muzeja ili se radi o virtualnom muzeju u svojoj biti. U tom slučaju postojanje virtualnog muzeja ne implicira postojanje fizičkog muzeja". U muzejima koji su u svojoj biti virtualni, njihove aktivnosti (muzeološke akcije) se većinom izvode u virtualnom prostoru, odnosno, tu se ne radi o muzeju koji javnost može posjetiti na nekom fizičkom mjestu. To ne znači da se neke aktivnosti ne mogu izvesti van virtualnog prostora, ali bit takvih akcija koncentrirana je na virtualni prostor. U slučaju virtualnih muzeja koji su nadogradnja ili replika fizičkog muzeja, muzeološke aktivnosti izvode se na oba načina, obogaćujući muzejski proces jer su posjetiteljima na raspolaganju dva različita pristupa istoj zbirici: direktni pristup i pristup na daljinu.

Uzimajući u obzir sve što smo sad izložili, sada ćemo analizirati pet najvažnijih virtualnih muzeja u Europi i njihove tehničke mogućnosti. Vidjet ćemo je li virtualni muzej ujedno i fizički, ili je u svojoj biti pravi virtualni muzej (gdje nema posjetitelja u fizičkom prostoru).

### **BRITISH MUSEUM (London, Ujedinjeno Kraljevstvo)**

[www.britishmuseum.org](http://www.britishmuseum.org)

British Museum, osnovan 1753. godine bio je prvi javni nacionalni muzej. Posjeduje jednu od najvećih i najpoznatijih kolekcija starina uopće. Ovdje možete otkriti 2 milijuna godina ljudske povijesti i kulture. Zbirke muzeja sastoje se od oko 8 milijuna predmeta te uključuju svjetski poznate artefakte poput Kamena iz Rosette, skulptura s Partenona i Egipatskih mumija.

Virtualne posjete mogu se rezervirati, a posjetitelji mogu na daljinu učiti od stručnjaka British Museuma. Kroz razne aktivnosti, interaktivne kvizove i pitanja koja potiču na razmišljanje, posjetitelji mogu unaprijediti svoje znanje i razumijevanje prošlosti. Ovaj muzej uistinu je interaktivan jer omogućava posjetiteljima da razviju svoje vještine povijesnog mišljenja i potiče ih na kritičko mišljenje.

## **MUSEI VATICANI – Vatikanski muzeji (Vatikan, Italija)**

[www.museivaticani.va/content/museivaticani/en/collezioni/musei/tour-virtuali-elenco.html](http://www.museivaticani.va/content/museivaticani/en/collezioni/musei/tour-virtuali-elenco.html)

Vatikanski muzeji jedni su od najpoznatijih muzeja na svijetu. Nekoliko različitih međusobno povezanih zgrada nude nam svjetski najfascinantniju i najiscrpniju zbirku koja pripada Katoličkoj crkvi. Oni svjedoče ljudskoj težnji za umjetnosti i duhovnosti te potrazi za uzvišenom ljepotom koja se realizirala u Bogu. Najviše posjetitelja privlači Sikstinska kapela.

Prostore muzeja možemo posjetiti na daljinu, a kvaliteta prikaza je izvrsna. Posjetitelj može pominje proučavati eksponate gledanjem video zapisa i čitanjem dodatnih informacija.

## **LOUVRE (Pariz, Francuska)**

[www.louvre.fr/en/visites-en-ligne](http://www.louvre.fr/en/visites-en-ligne)

Louvre je univerzalni muzej nastao 1793. godine. Najveći je muzej na svijetu i nalazi se u palači istoimenog naziva u Parizu. Njegove zbirke spadaju među najbolje na svijetu, pokrivaju vremenski raspon od nekoliko tisuća godina te obuhvaćaju teritorij od Amerike do Azije. Zbirke su podijeljene na osam odjela i sadrže djela kojima se divi cijeli svijet, uključujući Mona Lisu i Veneru Milosku.

Virtualna šetnja vrlo je intuitivna pa po muzejskim prostorima šetimo kao da smo zaista u muzeju. Prohodnost prijelaza u prostoru je izvanredna. Svaki eksponat može se povećati i pročitati informacije o njemu. Također je moguće poslušati opise eksponata koje su snimili stručnjaci te dobiti pomoć s navigacijom ukoliko nam je potrebna.

## **TEATRO-MUSEO DALÍ - Dalí kazalište i muzej (Figueres, Španjolska)**

[www.salvador-dali.org/en/museums/dali-theatre-museum-in-figueres/visita-virtual/](http://www.salvador-dali.org/en/museums/dali-theatre-museum-in-figueres/visita-virtual/)

Teatro-Museo Dalí je muzej posvećen Salvadoru Daliju i nalazi se u njegovom rodnom gradu Figueresu u Španjolskoj. Otvoren je 1974.godine prema zamisli samog umjetnika koji je osmislio cijeli koncept u namjeri da posjetiteljima pruži pravo iskustvo i da ih privuče u svoj jedinstveni i zadivljujući svijet.

Virtualna posjeta muzeju bazirana je na 3D modelu unutrašnjosti. Na taj način dobivamo opće poimanje prostora, a navigacija kroz muzej je jednostavna i lako prohodna. Sa svakim eksponatom komuniciramo pomoću pritiska na gumb koji nam pruža dodatne informacije o djelu. Pomoću primjerene tehnologije taj muzej možemo posjetiti u virtualnoj stvarnosti (3D).

## **MUSEU CALOUSTE GULBENKIAN – Muzej Calouste Gulbenkian (Lisabon, Portugal)**

[www.gulbenkian.pt/museu/colecoes/visita-virtual/](http://www.gulbenkian.pt/museu/colecoes/visita-virtual/)

U ovom muzeju koji se nalazi u Lisabonu možemo upoznati zbirku filantropa i kolekcionara umjetnina Caloustea Sarkisa Gulbenkiana (1869.-1955.). Ljubav koju je imao za umjetničke predmete i njegov kriterij kvalitete vidljivi su u Gulbenkianovoj frazi “samo najbolje mi je dovoljno dobro”. Njegova zbirka uključuje eksponate iz različitih perioda i geografskih područja. Eksponati se kreću od egipatske, grčke i rimske umjetnosti do islamske i umjetnosti Dalekog istoka te uključuju razna područja od numizmatike, slikarstva i europske primijenjene umjetnosti. Virtualna posjeta muzeju ostvaruje se kroz panoramu 360°. Posjetitelj nema puno prostora za komunikaciju s predmetima koji ga okružuju, ograničen je na ulogu pasivnog promatrača, ali oataje zaslijepljen vrijednošću i ljepotom samih eksponata. Ovaj je muzej primjer tipičnog virtualnog muzeja koji oponaša pravi muzej.

Neki od spomenutih muzeja interaktivniji su od ostalih, međutim svi oni posjetiteljima pružaju veličanstveno iskustvo, većinom zbog bogatstva svojih spektakularnih zbirki.

## Dodatna vrijednost virtualnog okruženja u obrazovanju u kontekstu učenja na daljinu

Prema Hawkeyu (2004.), nagli razvoj i značaj IKT-a stvorio je tri različita pogleda na e-učenje unutar obrazovnog sustava. Prvi se bavi isključivo tehničkim pitanjima. Drugi vidi IKT većinom kao način isporuke običnog sadržaja široj javnosti što je brže moguće. Treći način mogao bi biti katalizator za temeljno preispitivanje kompletnog obrazovanja. Muzeji imaju veliku ulogu u omogućavanju učenja na daljinu jer je u tom kontekstu moguće učiti kroz predmete, a ne o predmetima, a usto se razvijaju i strategije za nalaženje informacija umjesto da se samo fokusira na već prezentirane informacije. U današnje vrijeme muzeji su dosegli različite nivoe u razvoju digitalnih izložbi i resursa za učenje, što omogućuje da učenje postane proces u kojem smo aktivno angažirani kroz iskustvo i gdje učenici sami biraju gdje i kada će učiti. Pojavljuje se novi način učenja, ne nužno bolji ni lošiji, ali svakako drugačiji. U tom načinu učenja, učenici će se poticati da nadgrade svoja virtualna iskustva i da se direktno suoče s izvornim temama. Online muzeji ovdje nude različite i zanimljivije mogućnosti za učenje. Virtualni posjetitelj moći će bolje razumjeti određenu temu i lakše ju interpretirati. Primjena vizualnih tehnologija simultano omogućuje individualno iskustvo i nudi mogućnosti za društvenu interakciju koja obogaćuje učenje.

Prema Mamuru i suradnicima (2020.) metoda digitalizacije muzeja razvila se u aplikacije za videoigre i proširenu stvarnost koje se odražavaju u mnogim obrazovnim poljima. Povjesničari, kustosi i arheolozi počeli su koristiti tehnologiju videoigara jer im nudi dublji nivo percepcije potreban za povijesne rekonstrukcije. Digitalizacija u obrazovnom kontekstu pruža nam šansu za interakciju u realnom vremenu. Posjetitelji virtualnih muzeja tako će razmjenjivati ideje i iskustva u izvanrednom virtualnom okruženju. Digitalni pristup obrazovnim sadržajima u bilo koje doba i od bilo kuda omogućuje širenje obrazovnih iskustava, a upravo je to najbolji produkt digitalnih medija tijekom učenja na daljinu. Nedavna istraživanja na tu temu pokazala su da je upotreba digitalnih tehnologija za učenje na daljinu potaknula učenike raznih dobnih skupina da posjete virtualni muzej, olakšaju učenje i razumijevanje. Virtualno okruženje u obrazovanju kroz virtualni muzej nudi različiti

pristup učenju i različiti pristup digitalnim sadržajima koji mogu sadržavati cijeli raspon raznih kompleksnih podataka. Također, nude se različite prilike da se prihvati, prepozna i razumije interkulturalnost, da se istraže podaci koji danas više nisu dostupni jer su oštećeni, trebaju restauraciju ili se ne mogu lako izložiti. To su sve razlozi zbog kojih virtualni muzeji nude svojim posjetiteljima novu i drugačiju formu prezentacije i usvajanje sadržaja na jednostavniji način. Kroz takav pristup učenici bolje razumiju sadržaj i kulturološke razlike te jasnije shvaćaju povijesni i društveni kontekst sadržaja. Virtualni muzeji također nude mogućnost selekcije individualnih karakteristika te uzimaju u obzir različite kognitivne stilove i konstruktivistički pristup učenju.

Prema istraživanju (Ismaeel i suradnici, 2019.), današnji učenici za koje se smatra da su informatički pismeni sve su više i više uključeni u digitalne tehnologije, a IKT im nudi različite pristupe učenju i obrazovanju. Pruža mogućnost gledanja na materiju kao produkt unutar šire međusobno povezane mreže povijesnih, kulturoloških, socioekonomskih i geografskih poveznica što nudi bolje razumijevanje i interpretaciju same materije. U istom istraživanju, autori tvrde da je obrazovni potencijal virtualnih muzeja već opće prepoznat, iako je njegova upotreba u obrazovne svrhe još uvijek ograničena na formalni obrazovni kontekst. Nadalje, autori misle da su virtualni muzeji snažan IKT alat za unaprjeđenje učenja i usvajanja znanja zbog raznovrsnosti inovativnih pristupa učenju koje pristaje raznim stilovima učenja i interesima učenika.

Zaključci različitih studija (Daniela, 2020.; Hawkey, 2004.; Ismaeel i suradnici., 2019.; Mamur i suradnici., 2020.; Paliokas, 2008.) naglašavaju važnost obrazovne vrijednosti virtualnih muzeja kod poboljšanja obrazovnog procesa koji služi kao nadopuna kurikulumu. Obrazovanje kroz virtualni muzej je budućnost obrazovnog procesa jer predstavlja mogućnost za različita učenja i integraciju učenika u proces učenja poboljšavajući iskustvo učenja.

## Treći dio: Mogućnosti primjene virtualnog muzeja za poučavanje i učenje u području STEM-a

### Virtualna okruženja za učenje doprinose poboljšanju postignuća učenika u STEM obrazovanju

Virtualna okruženja mogu se koristiti u STEM području: znanosti, tehnologiji, inženjerstvu i matematici (Cecil et al., 2013.). U STEM području koristi se simulacijama, različitim digitalnim alatima te raznovrsnim obrazovnim materijalima. Učitelji i stručne osobe u obrazovanju trebaju koristiti virtualna okruženja kako bi pripremili sudionike (svoje učenike) za određene kompetencije i uspješno stjecanje kvalifikacija koje će ih učiniti kvalitetnim zaposlenicima.

Virtualni svjetovi korisna su virtualna okruženja za učenje te se zbog svojih značajki mogu primijeniti u raznim područjima poučavanja i pedagogije. Učitelji trebaju biti svjesni da kvaliteta učenja i poučavanja zahtijeva razumijevanje načina na koji današnje generacije učenika uče. Na temelju istraživanja (Becker, 2019.), grupa učenika šestog razreda nekoliko je mjeseci koristila virtualno okruženje, prilikom čega se testovima mjerila njihova razina znanja. Također, analizom njihova načina učenja rezultati su pokazali da virtualni svijet nudi potencijal prilagodljivosti raznim stilovima učenja te unaprjeđuje proces učenja (Becker, 2019.).

Prema Cecil et al. (2013.), virtualna okruženja za učenje (eng. „virtual learning environments” ili “VLEs”) uključuju okruženja bogate grafike, temeljena na 3D tehnologiji, koja je povezana i s tehnologijom virtualne stvarnosti. Tehnologija virtualne stvarnosti definirana je kao tehnologija koja dozvoljava stvaranje okruženja za 3D simulaciju, u kojem korisnici mogu komunicirati koristeći 3D naočale i alate za praćenje. Virtualna stvarnost i *cyber computing* novije su tehnologije koje se primjenjuju u obrazovne svrhe. Kao takve nude veliki potencijal za korištenje takve tehnologije u poučavanju jednostavnih i složenijih ideja u području STEM-a. Virtualna okruženja za učenje predstavljaju potpuno uranjanje u virtualni svijet.

Koristi se virtualni prototip, opisan kao 3D model, koji oponaša ciljni objekt ili okruženje koristeći tehnologiju virtualne stvarnosti.

Integrirano okruženje za učenje u području STEM-a podrazumijeva kontekst učenja u kojem učenici stječu znanja u više od jedne discipline znanosti, tehnologije, inženjerstva i matematike, vježbajući pritom multidisciplinarno rješavanje problema uz pomoć tehnologije (Yang and Baldwin 2020.). Korištenje tehnologije u području STEM-a općenito povećava motivaciju učenika za prihvaćanje i razumijevanje kompleksnih sadržaja te unaprjeđuje njihova iskustva i znanje. Na taj način digitalna tehnologija pomaže doprinijeti aktivnom učenju. Prema Yangu i Baldwinu (2020.) imerzivna i interaktivna tehnologija (proširena i virtualna stvarnost) učenicima pružaju osjećaj uaranjanja u virtualni svijet čime poboljšavaju razumijevanje i aktivno sudjelovanje u STEM predmetima. Ovaj način učenja na daljinu učenicima dopušta uključivanje u izvorno učenje uz dodatnu motivaciju. Učenje kroz igru koje uključuje važnost matematičkog inženjerstva i tehnologije doprinosi lakšem razumijevanju složenosti tih područja kod učenika (Yang i Baldwin, 2020. prema Lemkeu, 2013.).

Yang i Baldwin (2020.) tvrde da studentima tehnologija pruža mnoge mogućnosti za učenje te da ih potiče tumačiti ideje iz područja znanosti i matematike na posve nov način. Tehnologija olakšava istraživanje STEM predmeta i pomaže studentima povezivati ideje različitih disciplina, na primjer putem simulacija. Yang i Baldwin (2020.) predstavljaju strategije za korištenje tehnologije u integriranim STEM okruženjima za učenje:

- a) pružanje autentičnog konteksta učenja (pristup poučavanju koji učenicima pruža mogućnost primijeniti znanja za rješavanje problema u pravom svijetu);
- b) stvaranje okruženja za učenje temeljeno na istraživanju (eng. "inquiry-based learning", uključuje postavljanje pretpostavki, istraživanje, procjenu, kao i razvijanje objašnjenja, a internetska platforma nudi sredstvo za vježbu istraživanja i objašnjavanja pojava, prilikom čega se razvija razumijevanje znanstvenih problema);
- c) obogaćivanje procesa učenja pomoću imerzivne i interaktivne tehnologije (imerzivna i interaktivna tehnologija, poput simulacija, omogućava učenicima izvođenje pokusa i istraživanje pojava bez fizičkih ograničenja);

- d) kreiranje sadržaja (kreiranje sadržaja pomoću različitih tehnologija omogućava učenicima izlaganje integriranih STEM projekata i pruža mogućnost igre uloga te aktivno sudjelovanje u projektnim izazovima).

Yang i Baldwin također navode: „Korištenje tehnologije u integriranim STEM okruženjima za učenje unaprjeđuje učinkovito učenje i poučavanje“ (Yang i Baldwin 2020.). Kategoriziranje strategija za korištenje tehnologije učiteljima pomaže usvojiti uspješne načine za usmjeravanje učenja u STEM okruženju.

Daniela (2020.) navodi da virtualni muzeji mogu djelovati kao agenti za učenje jer dozvoljavaju obogaćivanje analogne stvarnosti digitalnim informacijama. Integracija se događa u realnom vremenu i na pojačano koordiniran način, a također virtualni muzeji omogućuju kombiniranje različitih resursa poput teksta, video i audio zapisa te primjenu 3D stvarnosti. Virtualni muzeji su interaktivni, a uključenost pojedinca presudna je za stvaranje sadržaja. Uporaba tehnoloških rješenja kao agenata za učenje pomaže učenicima da svoje znanje analiziraju, reorganiziraju, prilagode, stave u kontekst i spoje u cjelinu, prilikom čega se osiguravaju novi načini razmišljanja i učenja. Na taj način, pojedinci koriste svoje pametne uređaje za pristup postojećim saznanjima, a učenje je moguće organizirati u posebnom okruženju pod točno određenim uvjetima, što ne bi bilo moguće bez upotrebe virtualnih rješenja. Daniela (2020.) zajedno s Fowlerom (2015.) naglašava tri strategije učenja pomoću virtualne stvarnosti („VR“) što će se uzeti u obzir za virtualne muzeje:

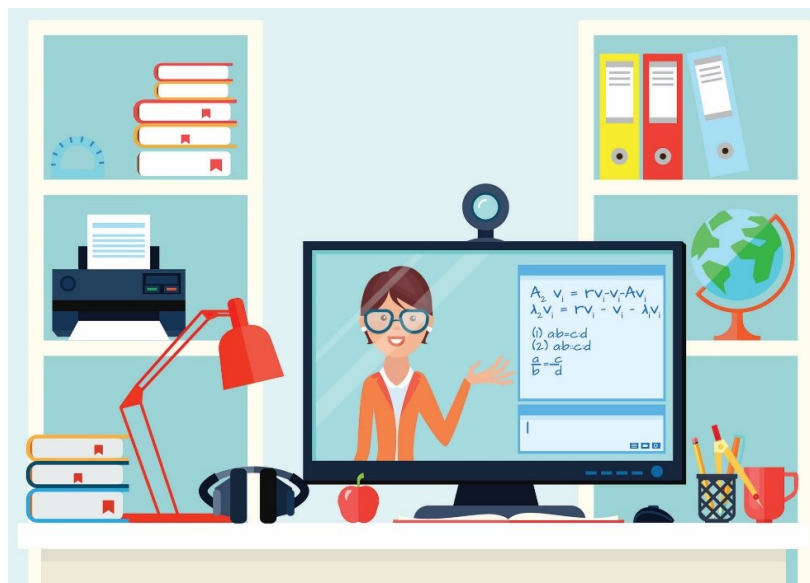
- a) konceptualizacija, prilikom koje učenik usvaja i interpretira različite informacije i koncepte;
- b) konstrukcija, prilikom koje učenik procjenjuje činjenice i koncepte, primjenjuje znanje na interaktivan način, analizira probleme, promatra iskustva iz pravog života na temelju vlastitog znanja;
- c) diskusija, prilikom koje učenik raspravlja o tome što je naučio.

Naglasak je na tome da se informacija usvaja već u početnom stadiju učenja na temelju čega pojedinac gradi svoje znanje, koje tada koristi u novim kontekstima.



Različita istraživanja pokazala su da videoigre imaju pozitivan utjecaj na motivaciju učenika i u obrazovnim aktivnostima. (Daniela, 2020.; Hawkey, 2004.; Ismaeel et al., 2019.; Mamur et al., 2020.; Nikoletta, 2008.; Paliokas, 2008.; Yang, 2020.). Daniela (2020.) ističe veliki potencijal virtualnih muzeja, uzevši u obzir učenje u muzeju kao metodu aktivnog učenja. Obzirom na kriterije vrijednosti poučavanja, virtualni muzeji predstavljat će agente za učenje koji potiču interes, zamjenjuju postojeća saznanja novima i mijenjaju način učenja, no neće se smatrati potpunim agentom za učenje koji bi u potpunosti mogao zamijeniti rad nastavnika. Također, istraživanja (Cecil et al. 2013.; Daniela, 2020.; Yang and Baldwin, 2020.) ističu veliki potencijal virtualnih okruženja za učenje i računalnih simulacija za uključivanje i motivaciju učenika, posebice u znanosti, tehnologiji, inženjerstvu i matematici.

## Virtualna okruženja za učenje kao podrška u obrazovanju i u izvanrednim okolnostima



Source: <https://www.cnm.edu/news/cnm-develops-workshops-to-help-k-12-teachers-create-successful-virtual-learning-environments>

Virtualna okruženja predstavljaju pozitivnu okolinu za učenje. Odlikuje ih jednostavan pristup, fleksibilnost i širok spektar resursa, čime učenike potiču na aktivno sudjelovanje. Ovaj način virtualnog učenja naziva se „just in time“, a može se provoditi bilo gdje i u bilo koje vrijeme. Učinkovito korištenje nove tehnologije

podrazumijeva razvoj suvremene pedagogije u smjeru kooperativnih i interaktivnih aktivnosti učenja i poučavanja. Kao i sva tehnologija, virtualna okruženja za učenje uključuju temeljna načela učenja i poučavanja (Maltby & Mackie, 2016.).

### **Virtualna okruženja za učenje kao podrška u obrazovanju**

Virtualno okruženje za učenje nije novo iskustvo u kontekstu obrazovanja. Koristi se već u mnogim školama i visokoškolskim ustanovama koje primjenjuju navedeni pristup. Ovaj računalno podržani pristup otkriva nove mogućnosti za učenike i učitelje, no predstavlja i izazove. Ključni razlog uvođenja nove tehnologije jest generiranje nečeg boljeg, bržeg i jednostavnijeg. Nadalje, navest ćemo prednosti i nedostatke korištenja virtualnih okruženja za učenje kao podrške u obrazovanju:

#### **Fleksibilnost**

Virtualna okruženja za učenje preobrazila su obrazovni proces u fleksibilniji pristup učenju, posebice vezano za vrijeme učenja. Zahvaljujući dugotrajnijem i slobodnijem pristupu obrazovnom sadržaju, učenici lakše usklađuju svoje školske obaveze s ostalim aktivnostima i planovima. Učenici tako rade brzinom koja im osobno odgovara, budući da svaki učenik može pristupiti sadržajima i pogledati video materijale po želji, neograničen broj puta radi boljeg razumijevanja, dok brži učenici ne moraju čekati ostatak razreda kako bi nastavili s gradivom.

#### **Dostupnost:**

Učenje se odvija online – u virtualnom okruženju – zbog čega nema potrebe da učenici budu prisutni u razredu. Obrazovanje visoke kvalitete omogućeno je i osobama s invaliditetom, kao i osobama koje žive u udaljenijim mjestima ili čak u drugim državama i na drugim kontinentima. Organizacija virtualnog učenja omogućava kontinuirani obrazovni proces učenicima i kada su na odmoru ili bolesni, ako oni to žele.

### **Uključenost:**

Virtualno okruženje za učenje korisno je za eksperimente sa sadržajima u obliku objava na blogu, slika, grafika, prezentacija i sl., kao i za nove pristupe. Štoviše, virtualno okruženje potiče poučavanje online testovima i kvizovima, video sadržajima i prezentacijama. Mješavina različitih aktivnosti osigurava aktivniju uključenost učenika te doprinosi pretvaranju procesa učenja u igru.

### **Interaktivnost:**

Jedna od najvažnijih karakteristika virtualnog okruženja za učenje jest interaktivnost. Nije dovoljno učenicima prezentirati sadržaj te ih iz toga testirati. Virtualno okruženje ohrabruje učenike da reorganiziraju prezentirani sadržaj, dodaju vlastite resurse, izoliraju sadržaj, uvode i pokreću simulacije... Učenici trebaju zauzeti aktivnu ulogu u oblikovanju „svijeta“, umjesto uloge pasivnih promatrača „mikrosvijeta“ izloženog od strane nastavnika (Britain & Liber, 2012.).

### **Motivacija:**

Fleksibilnost koju nudi virtualno okruženje za učenje može biti problem za učenike kojima nedostaje samodisciplina te nisu dovoljno motivirani. Bez strogih rokova i stalnog usmjeravanja održavanje koncentracije i uspješno učenje učenicima predstavljaju problem. Također, virtualna okruženja omogućavaju lakše varanje, pošto nije vidljivo ispunjavaju li učenici online test uistinu samostalno ili pritom koriste pomagala. Stoga valja naglasiti važnost visoke motivacije i samodiscipline u virtualnom okruženju za učenje (Puzhevich, 2020.).

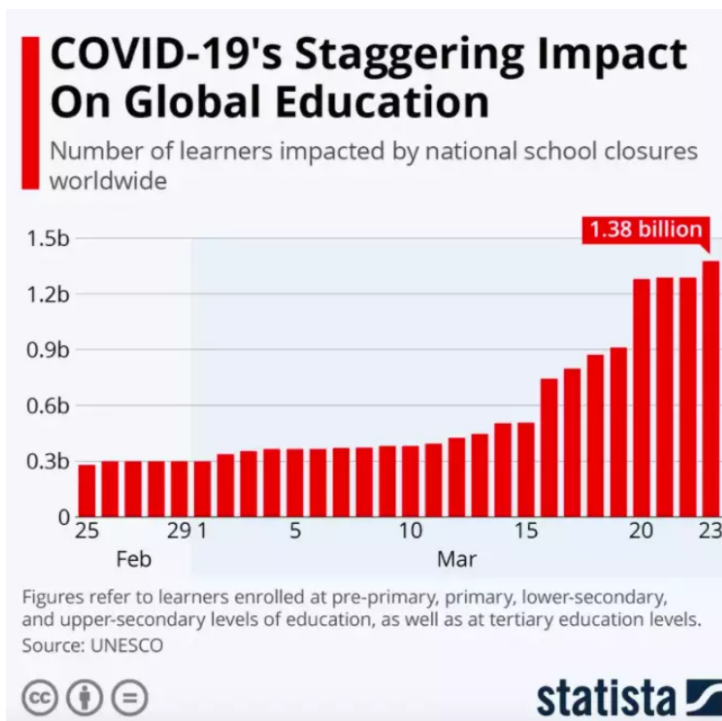
Virtualna okruženja za učenje mogu se analizirati prema sljedećim aspektima:

- virtualna okruženja za učenje su dizajnirani informacijski prostori
- društveni su prostor jer se u njima odvijaju obrazovne interakcije
- prikaz virtualnog informacijskog/društvenog prostora seže od tekstova do 3D svjetova

- virtualna okruženja za učenje ne koriste se samo za učenje na daljinu, već unaprjeđuju aktivnosti u razredu
- kombiniraju mnoštvo tehnologija i različite pedagoške pristupe
- poneka virtualna i fizička okruženja se preklapaju

Učenje uz pomoć interneta često se izjednačava učenjem na daljinu, iako se znatno može iskoristiti kao podrška tradicionalnom učenju. Tako na primjer, komunikacija koju učenici provode nezavisno, brzinom koja im individualno odgovara i prema vlastitom rasporedu predstavlja veću vremensku fleksibilnost. Mnogi online tečajevi povezuju sudjelovanje na daljinu i fizičku nazočnost radi dinamičnijeg okruženja za učenje. U proteklih nekoliko godina srednje škole uvode online aktivnosti kao dodatak nastavi licem u lice. Obrazovni sustav time je obogaćen dodatnim, čak pojačanim utjecajem na nastavničke pedagoške pristupe (Dillenbourg et al., 2007.).

### Utjecaj pandemije virusa COVID-19 na obrazovni sustav



Pandemija uzrokovana virusom COVID-19 uzrokovala je prisilno zatvaranje brojnih institucija i prestanak različitih aktivnosti diljem svijeta. (Adedoyin & Soykan, 2020.). Štoviše, zatvaranjem škola milijarde učenika u cijelom svijetu (vidi shemu) prepušteni su nadoknadi nastave od kuće kako bi se osigurao obrazovni kontinuitet i smanjili gubitci u učenju (McBurnie, 2020.). Shodno tome, obrazovni se sustav promijenio u potpunosti.

Virtualna okruženja za učenje, u kojima se poučavanje vrši na daljinu i putem

digitalnih platforma, bilježe iznenađujući porast te se radi o najvećem „online pokretu“ u povijesti obrazovanja (Li & Lalani, 2020.).

Kriza uzrokovana bolešću COVID-19 postavila je nove izazove i pokrenula promjene s naglaskom na važnost prilagođavanja novim tehnologijama. Od početka pandemije u znatnom je porastu potražnja za virtualnom podukom, alatima za video konferencije i softverom za online učenje. Kao odgovor na to, mnoge platforme za online učenje nude pristup sadržajima, pružajući podršku obrazovanju na daljinu. Dobar primjer predstavlja talijanska vlada koja je izradila web stranicu kao podršku školama za aktivaciju raznih oblika učenja na daljinu tijekom zatvaranja uzrokovanim COVID-19 krizom (<https://www.miur.gov.it/web/guest/-/didattica-digitale-distribuiti-gli-85-milioni-del-decreto-ristori-firmato-il-decreto-con-il-riparto-per-singola-scuola> ). Kao primjer valja navesti i španjolsko Ministarstvo obrazovanja koje je pokrenulo web stranicu pod nazivom „Resursi za online poduku“ (<https://intef.es/recursos-educativos/recursos-para-el-aprendizaje-en-linea/> ) kako bi učiteljima i učenicima omogućili pristup različitim vrstama obrazovnih materijala i tečajeva.

Kako bi se osigurao kontinuitet u obrazovanju i poduci, Europska Unija također je razvila mnoge platforme za učenje putem interneta kao podršku učiteljima i zaposlenima u obrazovnom sustavu. „Learning Corner“ je platforma koja nudi jednostavan pristup obrazovnim materijalima, uključujući online igre koje učenicima različite dobi omogućavaju upoznavanje Europske Unije. Poznata je i europska „e Twinning“ platforma za suradnju učitelja, koja potiče komunikaciju, razmjenu mišljenja i resursa te suradnju u projektima. Dokazano je da je online učenje učinkovitije kod učenika koji imaju pristup „ispravnoj tehnologiji“. Istraživanja su pokazala da učenici upijaju 25-60 % više materijala uz online nastavu, za razliku od samo 8-10 % učenjem u učionici. Ovaj rezultat proizlazi iz činjenice da učenici brže uče online, za razliku od tradicionalne nastave u učionici koja zahtijeva mnogo više vremena. Nadalje, učenicima se pruža sloboda da se ponovno vrate i pročitaju dijelove koje smatraju zahtjevnima te tako prilagođavaju svoje učenje individualnim potrebama u vlastitom okruženju (Li & Lalani, 2020.).

Virtualna okruženja za učenje predstavljaju budućnost obrazovanja, ne samo na višim stupnjevima već i u srednjim školama u kojima je virtualno učenje u potpunosti uvedeno prošle godine. Ciljevi virtualnih okruženja za učenje su poboljšanje učinkovitosti i interakcija među učenicima. Navedeni instrumenti za učenje pomoću

interneta temeljni su alati za preobrazbu i modernizaciju sadašnjeg obrazovnog sustava (Bri et al., 2009.).

## **Virtualna okruženja predstavljaju svima dostupne alate za učenje**

Virtualna okruženja nude zanimljive mogućnosti koje nadilaze mnoge prepreke. Međutim, ne predstavljaju čarobne alate koji za sve rade na jednak način. Kako bismo razumjeli mogućnosti koje virtualna okruženja nude potrebno je istražiti postojeće prepreke.

### **Demistificiranje mita o *digitalnom domorodcu*:**

#### **Problem digitalnog pristupa virtualnom okruženju za učenje**

Prvu prepreku predstavlja mit prema kojem su svi današnji tinejdžeri *digitalni domorodci*. Iza ovog naziva stoji ideja da mladi rođeni u vrijeme proširene primjene interneta gotovo prirodno koriste i razumiju digitalne alate od djetinjstva, kao da se radi o biološkom procesu (Tricot and Chesne, 2020.). Često se kaže da je današnja mladež rođena s pametnim telefonom u ruci.

Iako su današnji adolescenti svakodnevno jače povezani tehnologijom nego prijašnje generacije, prijenos vještina osobne uporabe računala, pametnih telefona i tableta u profesionalni akademski kontekst nije jednostavan proces. Drugim riječima, upravljanje videoigrama i društvenim mrežama ne osposobljava mlade za oblikovanje teksta u digitalnom dokumentu, niti uspješnu razmjenu e-pošte. Upravo navedenom problemu nedostatka vještina pristupaju društva za podršku mladima i onima kojima prijete društveno isključivanje. Nekoliko takvih društava razvija školsko i profesionalno digitalno osposobljavanje za vrijeme zatvaranja 2020. godine, primjerice u Francuskoj (Tellier, 2020.). Digitalna pismenost ljudima još nije prirodno svojstvena.



Pixabay.com

<https://pixabay.com/photos/infant-to-learn-laptop-question-2709666/>

## **Geografske, ekonomske I društvene prepreke virtualnog okruženja za učenje**

Uzme li se u obzir da je digitalna pismenost vještina koja se razvija i stječe, a ne prirodna sposobnost, ne iznenađuje činjenica da stupnjevi digitalne pismenosti variraju vezano uz širok spektar različitih faktora, uključujući geografske, ekonomske i društvene čimbenike. Naveden problem uključuje i definicija digitalne podjele organizacije OECD-a:

Pojam „digitalna podjela“ odnosi se na jaz između pojedinaca, domaćinstava, poduzeća i zemljopisnih područja na različitim društveno-ekonomskim stupnjevima razvoja s obzirom na njihove mogućnosti pristupanja informacijskim i komunikacijskim tehnologijama te njihovo korištenje interneta za razne aktivnosti. (OECD, 2006.)

Stoga se digitalna podjela ne odnosi samo na razlike u pristupu tehnologijama, već i stručnosti i pismenosti. Iako utjecaj svakog čimbenika na digitalnu podjelu nije homogen, već ovisi o posebnosti svake regije, države ili postojećih uvjeta, zanimljivo je istaknuti važnost digitalnih kompetencija za svaku društvenu skupinu, kao ključnog motivatora kod pojedinaca za razvoj novih digitalnih vještina (Vodoz, 2010.). Posljedica toga koliko se digitalne kompetencije vezane za školstvo ili posao

smatraju društveno više ili manje važnima odražava se (i često naglašava) u postojećim društvenim razlikama.

### **Kako izraditi inkluzivno virtualno okruženje za učenje**

Vežano za upravo izloženu analizu, postavlja se pitanje kako virtualno okruženje za učenje može predstavljati važnu ulogu u prevladavanju raznih prepreka koje nastupaju u obrazovanju. Odgovor je u dizajnu. Virtualno okruženje za učenje izgrađuje se inkluzivno, pri čemu valja uzeti u obzir određena načela.

### **Izrada virtualnog iskustva koje se doima prirodnim**

Virtualna okruženja za učenje ne predstavljaju samo platforme za e-učenje koje sadrže materijale i kvizove. Ona mogu izgledati prirodnije korisniku koji nije naviknut na školsku digitalnu praksu. Na primjer, virtualni muzej. Prilikom dizajniranja ključno je izraditi virtualni ekvivalent fizičkog prostora u kojem korisnik razumije kako se kretati, kako gledati i upravljati različitim elementima. Točnije rečeno, virtualni se muzej može izgraditi slično imerzivnom iskustvu koje pružaju videoigre konkretno:

- pružanje osjećaja djelovanja, dozvoljavajući korisniku da odlučuje što činiti,
- omogućavanje dovoljno vremena i prostora za razgledavanje elemenata vlastitim tempom,
- stvaranje vizualnog identiteta prilagođenog korisniku,
- po mogućnosti, dodavanje zvuka i/ili glazbe.

### **Izrada prostora za učenje koje nije platforma za e-učenje niti videoigra**

Virtualni muzej ili okruženje nije platforma za e-učenje niti videoigra, a ne može se smatrati niti nečim između. Njegov cilj predstavljaju korisnikovo učenje i istraživanje



konceptata, bez testiranja koje je uobičajeno na e-plattformi i bez izazova koje pružaju videoigre. Prednost izuzimanja svakog oblika evaluacije je ono što iskustvo učenja čini pristupačnijim učenicima koji nisu savladali pravila formalnog obrazovanja (Vodoz, 2010.).

Štoviše, virtualni muzej ne sakriva svoje ciljeve iza naizgled „zabavnog“ iskustva učenja koje nude mnoge ozbiljne igre. To je ujedno velika prednost jer su mnoge ozbiljne igre loše koncipirane te na kraju preozbiljne i zbog toga slabije prihvaćene od strane učenika (Mons et al., 2020.).

Prema rezultatima istraživanja integracije digitalnih alata i praksa u francuskom školskom sustavu, provedenog od strane Nacionalnog centra za istraživanje školstva Francuske Republike - CNESEO, digitalni alati pokazuju mogućnost prezentiranja informacija, predstavljanje onoga što se nije znalo ili nije moglo znati prije, obogaćivanjem informacija, iz čega proizlazi da digitalni alati imaju pozitivan pedagoški utjecaj (Tricot and Chesne, 2020.).

### **Omogućavanje pristupa muzeju svima i s bilo kojeg mjesta**

Učenici posjećuju muzeje kako bi ih se potaknulo istraživati nove stvari i „razgovarati“ ili imati interakciju s predmetima o kojima uče. Nadalje, izvadi li se učenike iz strogog okruženja tradicionalne učionice, osjećat će slabiji pritisak i veću želju za samostalno istraživanje, čak i vezano za teme u koje se sami obično ne bi upustili. Virtualni muzej ili okruženje za učenje nudi sličan pristup i nove mogućnosti, te uz to rješava probleme pristupačnosti fizičkih muzeja (daljina, mobilnost i sl.).

No, usprkos tome što je muzejski sadržaj dostupan online, to ne garantira inkluzivan doživljaj. Postoji potreba za vođenjem, što virtualni muzej omogućava u bilo kojem trenutku budući da nudi opise izloženih elemenata ili pruža daljnje resurse koje učenik može istraživati.

Japanski Nacionalni muzej nadolazećih znanosti i inovacija *Miraikan* svojim posjetiteljima nudi šetnju oko svijeta prilikom čega oni zauzimaju aktivniju ulogu u izložbi.



Miraikan: Photo by [Ryo Tanaka](#) on [Unsplash](#)

## Inkluzivan pristup virtualnog muzeja za učenike sa specifičnim poremećajima učenja

Specifični poremećaji učenja (eng. „specific learning disorders“ ili „SLD“) neurorazvojni su poremećaji koji počinju u školskoj dobi te utječu na sposobnost učenja s posebnim fokusom u tri područja: pisanje, čitanje i matematika. Moguć je i utjecaj na druge vještine. Najčešći poremećaj je disleksija koja se odnosi na čitanje. Specifični poremećaji učenja ne mogu se izliječiti, ali pojedinac njima može naučiti vladati pomoću stručnjaka. Američka psihijatrijska udruga APA (American Psychiatry Association) tumači poremećaje učenja na sljedeći način: „Poremećaji učenja, ne prepoznajući ih se na vrijeme i nadgledajući, uz nizak akademski uspjeh kod pojedinca mogu uzrokovati probleme tijekom cijelog života. Radi se o problemima poput povećanog rizika psiholoških tjeskoba, slabijeg mentalnog zdravlja općenito, nezaposlenosti/pod-zaposlenosti i odustajanja od školovanja“.

Navedeni specifični poremećaji učenja mogu biti jedinstveni ili se javljati kombinirano, npr. pojedinac može imati disleksiju i dispraksiju. Prema udruzi APA, kod jedne trećine osoba s poremećajem učenja utvrđen je poremećaj hiperaktivnosti i deficita pažnje (eng. „Attention Deficit and Hyperactivity Disorder“ – ADHD).

Poremećaji učenja mogu biti različite težine, od blagog do visokog stupnja. U konačnici, navedeni poremećaji ne utječu na inteligenciju. Osobe koje pate od poremećaja učenja imaju prosječan ili čak nadprosječan IQ.

### **Tipovi poremećaja učenja:**

**Disleksija:** Disleksičnim osobama čitanje predstavlja problem jer teško povezuju slova s glasom koji proizvode. Stoga im je čitanje sporo i naporno. Problemi počinju i prije nego što osobe nauče čitati, na primjer prilikom rastavljanja riječi na slogove i kod prepoznavanja ritma (APA). Znakovi disleksije javljaju se već u vrtićkoj dobi, kada djeca ne prepoznaju slova toliko dobro koliko njihovi vršnjaci, zbog čega će i ubuduće često izbjegavati vježbe čitanja.

**Dispraksija:** Radi se o poremećaju vezanom za motorički razvoj. Osobe s dispraksijom imaju problema u stjecanju vještina koordinacije na osjetilnoj i motoričkoj razini, kao i s vizualno-prostornim funkcijama. U školi se može odraziti na učenje geometrije, umjetnosti i sporta.

Dispraksija može dovesti do slabih organizacijskih vještina, sporosti, visokog stupnja zamora zbog istih vježbi koje rade drugi te poteškoća kretanja zbog otežane organizacije u prostoru.

**Disfazija:** Disfazija utječe na jezični razvoj, govor i dekodiranje zaprimljene poruke. Osobe s disfazijom teško prenose informacije. Komunikacija je problematična jer ih se slabo razumije.

**Diskalkulija:** Diskalkulija utječe na sposobnosti učenja brojeva i matematičkih pojmova, razumijevanje simbola i funkcija. Osobe s diskalkulijom teško razumiju brojeve, slabije pamte matematičke pojmove i pravila, no imaju i poteškoća u rješavanju problema.

**Disgrafija:** Disgrafija se odnosi na pravopis, gramatiku, interpunkciju i rukopis. Osobe s disgrafijom imaju poteškoća sa zapisivanjem svojih ideja na papiru.

## Utjecaj virtualnih okruženja na učenike sa specifičnim poremećajima učenja

Virtualna okruženja djeluju poticajno na učenike s poremećajima učenja jer predstavljaju manji broj pravila, smjernica i ograničenja s obzirom na vremenski okvir.

Pojedinci s posebnim potrebama uvelike mogu profitirati od virtualnih okruženja za učenje koja omogućavaju interaktivne vježbe u kojima učenici preuzimaju kontrolu nad vlastitim procesom učenja. Virtualna okruženja motiviraju osobe s poremećajem učenja, pomažu prenijeti znanje iz virtualnog u realni svijet unutar sigurnog prostora za učenje (Jeffs, 2009.).

Virtualna okruženja omogućavaju učenicima bijeg od tradicionalnih okvira učenja i školskih ograničenja, što muzej čini manje stresnom okolinom.

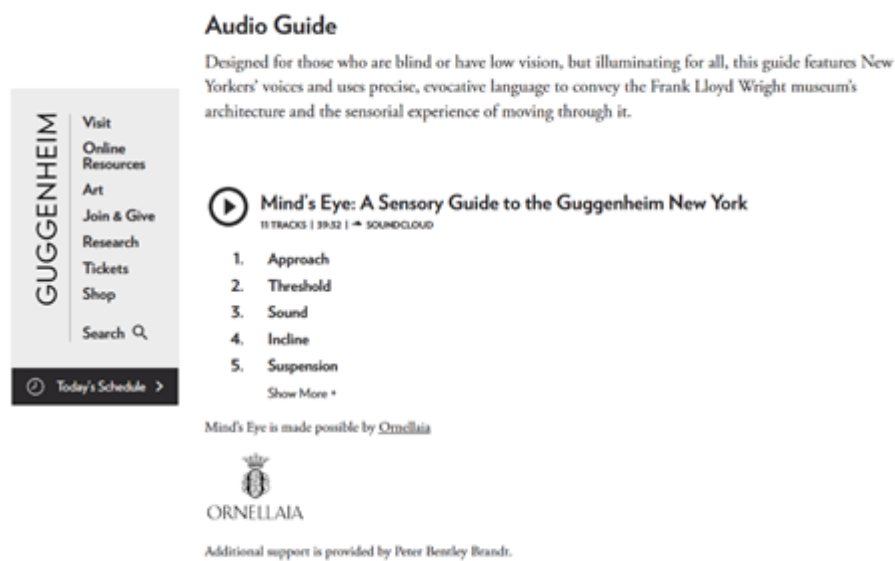
Učenje u virtualnom okruženju dozvoljava učenje u organiziranom okviru pomoću strukturiranih aktivnosti, no izvan formalne, tradicionalne školske sredine. Formalno okruženje može izazivati stres, pogotovo kod učenika s poremećajima učenja kojima škola, uz vremenska ograničenja i strog raspored, često predstavlja napor. Na ovaj način svi učenici osjećaju manji pritisak prilikom izvođenja svakodnevnih aktivnosti vezanih za učenje, a posebno učenici s teškoćama.

Unutar virtualnog muzeja učenici su slobodni razgledavati svaku prostoriju s različitim eksponatima, prema vlastitom odabiru i bez ograničenja. Fleksibilno i poticajno okruženje predstavlja slobodu za sve osobe sa specifičnim poremećajem učenja. Kao što je ranije navedeno, ovim je učenicima potrebno više vremena od njihovih vršnjaka te se često bore s procesom učenja. Virtualna okruženja djeluju inkluzivno obzirom na način na koji su koncipirana jer pomažu učenicima s poremećajem učenja kao i učenicima s preprekama vezanima za mobilnost (zbog fizičkih teškoća ili putovanja na daljinu).

Kroz povijest, muzeji su pokazali kako važnu ulogu igraju u obrazovanju i prijenosu kulturne baštine. Stoga pristupačnost rečenim sadržajima putem interneta predstavlja prekretnicu kada je riječ o motivaciji i uključivanju učenika koji imaju poteškoće fizički posjetiti muzej. U virtualnom okruženju učenici imaju na

raspolaganju više vremena za detaljnije promatranje eksponata i prikupljanje dodatnih informacija, što znatno unaprjeđuje njihov proces učenja.

Muzeji mogu aspekt inkluzije dovesti do nove razine. Dobar primjer toga je muzej *Guggenheim* u New Yorku koji je razvio takozvani „the Mind's Eye“ (hrv. umno oko) - osjetilni vodič koji koristi precizan i evokativan jezik za opis iskustava posjeta muzeju. Vodič je razvijen kao pomoć slijepim i slabovidnim osobama, no može pomoći i učenicima s disleksijom jer daje prednost zvučnom zapisu.



**Audio Guide**

Designed for those who are blind or have low vision, but illuminating for all, this guide features New Yorkers' voices and uses precise, evocative language to convey the Frank Lloyd Wright museum's architecture and the sensorial experience of moving through it.

**GUGGENHEIM**

- Visit
- Online Resources
- Art
- Join & Give
- Research
- Tickets
- Shop
- Search 🔍

Today's Schedule >


**Mind's Eye: A Sensory Guide to the Guggenheim New York**

11 TRACKS | 39:52 | → SOUND CLOUD

1. Approach
2. Threshold
3. Sound
4. Incline
5. Suspension

Show More +

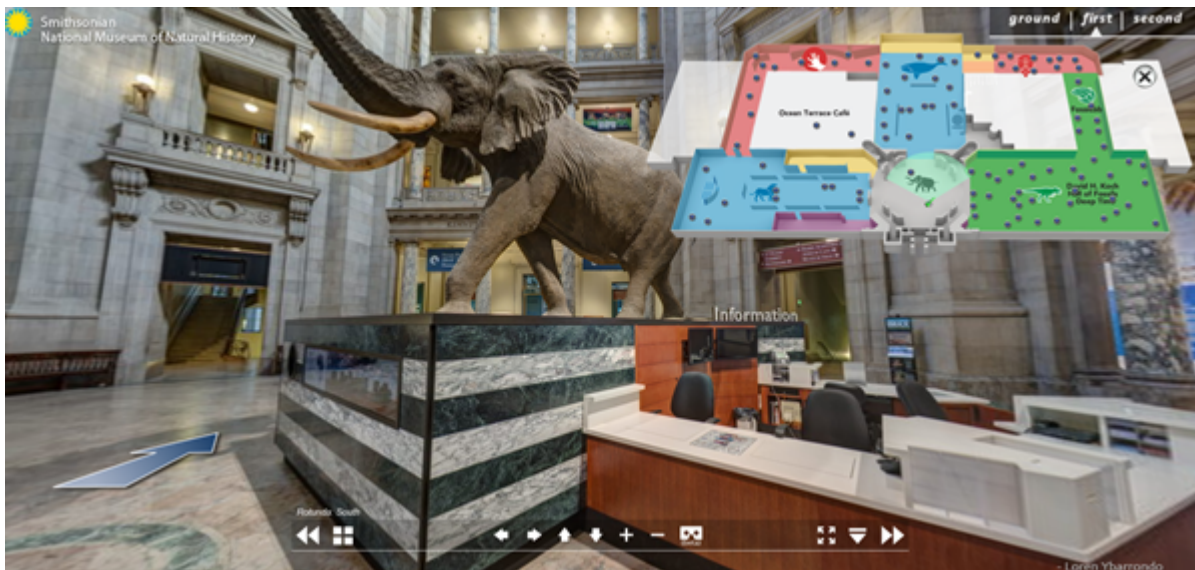
Mind's Eye is made possible by [Ornellaia](#)

  
ORNELLAIA

Additional support is provided by Peter Bentley Brandt.

Izvor: [https://www.guggenheim.org/event/event\\_series/minds-eye](https://www.guggenheim.org/event/event_series/minds-eye)

Nacionalni prirodoslovni muzej u Washingtonu (eng. "The National Museum of Natural History", Washington D.C.) nudi alternativan doživljaj virtualne šetnje na interaktivan način koji posjetitelju omogućuje obilaženje artefakata i zumiranje (smanjenje ili povećanje) pomoću karte na ekranu, koja osobi u svakom trenutku točno pokazuje gdje se nalazi te služi kao pomoć prilikom posjete muzeju.



Izvor: [https://naturalhistory2.si.edu/vt3/NMNH/z\\_tour-022.html](https://naturalhistory2.si.edu/vt3/NMNH/z_tour-022.html)

Tvrtka *Tactile Studio* specijalizirala je izradu inkluzivnih virtualnih muzeja. Za svoje klijente omogućavaju unaprijeđen pristup i inkluzivnu kulturalnu razmjenu, poput onoga što nudi muzej Louvre. Ova tvrtka teži promicanju umjetnosti i kulture za sve, dizajnirajući multisenzorna obrazovna rješenja prilagođena korisniku u najvećoj mogućoj mjeri. Prema tome, muzeji nastoje biti digitalno pristupačniji i na raspolaganju svima: „Slijepim i slabovidnim, gluhim i gluhonijemim osobama, osobama s fizičkim invaliditetom i osobama s kognitivnim poremećajem. Na ovaj način, muzej je pristupačan svima jer nudi fizičku i psihološku udobnost, što je ključno u kulturnim institucijama.“ (franc. arhitektinja Nadia Sahmi).

Muzeji preuzimaju pristup usmjereniji na osobu, uzimajući u obzir posebne potrebe, a s ciljem poboljšanja pristupačnosti otklanjanjem prepreka.

Virtualna okruženja za učenje mogu se razvijati kako bi omogućila različite vrste aktivnosti, poput virtualnih šetnji, događanja, natjecanja i dr. Jednostavno se prilagođavaju različitim publikama te pružaju širok spektar iskustava.

U virtualnim muzejima eksponati mogu biti izloženi na panoramski način, pogledom od 360 stupnjeva, koji posjetitelju omogućava interakciju s objektom. Korisnici mogu promatrati objekt, *povećalom* ga povećavati ili smanjivati te također dobiti dodatne informacije o predmetu (Atamuratov, 2020.). Jednu od najvećih prednosti virtualnih

okruženja predstavljaju 3D prikazi eksponata jer na praktičan način aktiviraju korisnike, predstavljaju realistične rezultate i od velike su pedagoške vrijednosti. Eksponati se mogu sastojati od različitih materijala, poput slike, video ili zvučnih zapisa i dr. te pružati multisenzorna iskustva kojima se može pristupiti bilo gdje i bilo kada.

## Četvrti dio: Intervjui stručnjaka

U okviru projekta intervjuirani su pojedini nastavnici, edukacijski stručnjaci i muzejski djelatnici kako bi podijelili svoju viziju što bi virtualni STEM muzej trebao biti te koje prednosti i aktivnosti može pružiti.

Među tim osobama bili su profesor fizike i matematike, pomoćnik pročelnika u upravnom odjelu za prosvjetu, kulturu i sport, muzejski djelatnik odgovoran za ponudu muzeja za djecu u vrtićima i osnovnim školama te kustos.

### Očekivanja i aktivnosti Virtualnog STEM muzeja

Tijekom intervjua ispitanike smo pitali što očekuju od virtualnog STEM muzeja, što on podrazumijeva i koje bi funkcionalnosti trebao imati. Odgovori su bili različiti, ali sve u svemu, oni ga vide kao digitalno mjesto s puno multimedije koje bi posjetitelje uronilo u razne interaktivne aktivnosti za učenje i otkrivanje STEM tema. Trebao bi biti intuitivan, to jest, jednostavan za praćenje i korištenje za nastavnike, učitelje ili bilo kojeg posjetitelja. Posjetitelji bi imali iluziju da se nalaze u pravom muzeju, u 3D prostoru i s 3D objektima s kojima bi mogli imati interakciju. Posjetitelji bi također mogli sami graditi objekte, poput rekonstruiranja nekih elemenata da bi naučili kako funkcioniraju. Tijekom posjeta izložbama trebala bi biti uključena sva osjetila učenika. Neki ispitanici su čak dodali da bi muzej mogao uključivati neke elemente virtualne stvarnosti. Učenicima bi bilo dopušteno dodirivati, istraživati i komentirati izložbe.

Neki ispitanici su predložili da posjetitelji ili učenici budu predstavljeni u obliku avatara te da mogu komunicirati jedni s drugima kako bi podijelili znanje ili postavljali pitanja. Na taj bi način mogli pomoći jedni drugima i raditi zajedno po izboru.

Prema mišljenju ispitanika, virtualni muzej STEM-a trebao bi imati vodiča koji bi učenicima omogućio obilasku, poput obilazaka na određenu temu. Mogle bi se nuditi i privremene izložbe za određene događaje, kao što je primjerice godišnjica



izumiteljeve smrti. U muzej bi se mogli uvesti eksperimenti za razvoj praktičnih vještina učenika. Svaka tema ili element mogu dovesti do istraživanja informacija kako bi se dublje proučila tema i potaknula uključenost učenika putem fizičke ili audio-vizualne podrške. Muzej ne mora biti previše tehnički, već nešto više slično pripovijedanju. Također bi se mogle uključiti i dodatne interakcije kroz kategorije "jeste li znali?" ili "možda će vam se također svidjeti", kako bi se učenike potaknulo da istražuju dalje i da se poveća njihova znatiželja i angažman.

### **Integracija muzeja u učionicu**

Neki bi ispitanici u muzej također dodali nastavne planove za satove stranih jezika, poput gramatike ili vokabulara koji se odnose na izložbu ili za tematske satove poput tehnologije. Ispitanici koji rade u jezičnom sektoru također bi dodali CERL razine na svaki element da bi usmjerili nastavnike kako da jednostavno koriste muzej u skladu s razinom znanja svojih učenika. Virtualni muzej bi, zapravo, mogao naučiti učenike i nekim novim riječima i pojmovima.

Za ispitanike, muzej bi trebao sadržavati STEM teme koje bi se koristile kao nadopuna školskom kurikulumu te za druge predmete i teme. Nudio bi iskustva ili eksperimente koji su u stvarnom životu nedostupni, nemogući ili opasni, poput posjeta unutrašnjosti vulkana. Mogli bi se uvesti određeni pojmovi koji se ne mogu obraditi na nastavi zbog nedostatka vremena. Eksperimenti zahtijevaju mnogo organizacije, od pripreme do troškova i sigurnosti. Tijekom nastave može biti teško organizirati takvu aktivnost. Muzej bi trebao biti dobro rješenje da učenici sudjeluju u više eksperimenata bez ikakvih ograničenja. Međutim, nastavnici trebaju voditi učenike kroz muzej i sve aktivnosti, bilo da trebaju obavljati zadatke kod kuće ili u razredu. Za svakog učenika bi trebalo postojati jasno praćenje, čak i ako posjet može obaviti samostalno. Nastavnici mogu uključiti učenike u rasprave o onome što su vidjeli i istražili. Također mogu dopustiti učenicima da sami odaberu što žele razgledati, što bi poboljšalo njihovu motivaciju jer bi sami odlučili što im je privlačnije. Učenici bi mogli odabrati koju temu ili zbirku žele istražiti, a zatim odraditi zadatak ili raspraviti o tome s ostatkom razreda.

Što se tiče inkluzije, virtualni STEM muzej bi trebao biti jednostavan za korištenje i učenicima s posebnim potrebama. Svim učenicima bi se omogućio besplatan posjet muzeju. Ispitanici su također dodali da muzej mora biti dostupan na internetu i različitim uređajima.

### **Angažman učenika**

Tijekom provođenja intervjua, također smo pitali sudionike koje aktivnosti bi dodali u muzej kako bi se utjecalo na veći angažman učenika. Prema njihovim riječima, virtualni STEM muzej bi se koristio kao obrazovni dodatak, kao nadopuna nastavi. Može se predložiti učenicima da ga koriste za učenje prije ispita ili se može koristiti kao uvod u novu lekciju. Učenici bi mogli sami posjetiti muzej i zahvaljujući tome steći samostalnost. Studenti bi također mogli koristiti muzej kao potporu za istraživačke radove, čitanje s razumijevanjem ili čak pisanje članaka. Zaključno, virtualni muzej trebao bi se koristiti za aktivno uključivanje učenika u učenje i stjecanje znanja, pritom im dopuštajući da promatraju i zaključuju. Jedan je ispitanik predložio da se uključe teme kao što su na primjer "žene u STEM-u" ili učenje o potencijalnim STEM zanimanjima koja učenici mogu odabrati. Drugi ispitanik je predložio stvaranje WebQuest-a, uvođenjem igrifikacije kako bi učenici bili motivirani za korištenje platforme i otkrivanje elemenata koje inače ne bi posjetili. Dodatni izvor motivacije također bi moglo biti uključivanje bilo kakvih aktivnosti o nečemu što ih se osobno tiče. U konačnici, ispitanici su govorili o aktivnostima u kojima učenici mogu djelovati i eksperimentirati.

## Prednosti Virtualnog STEM muzeja

Sada kada smo dobili temelje onoga što bi trebao biti Virtualni muzej STEM-a i koje bi aktivnosti trebao osigurati, možemo pogledati koje su potencijalne prednosti ovog resursa prema odgovorima ispitanika koje smo intervjuirali.

Prva prednost koju ističu svi ispitanici je angažman koji se može osigurati učenicima. Muzej izbjegava mnoga ograničenja te učenicima omogućuje da budu autonomni u procesu učenja s manje osuđivanja i pritiska. Posjet virtualnom muzeju iskustvo je koje se ne može dogoditi u formalnom okruženju. Vremensko ograničenje ne sputava učenike tijekom njihova iskustva i oni mogu slobodno eksperimentirati i istraživati različite ishode aktivnosti. Strah od pogrešaka je smanjen jer učenici ne moraju biti pod nadzorom i mogu učiti iz vlastitog iskustva. Svaki učenik može pojedinačno posjetiti muzej, bez ometanja drugih, što poboljšava fokus i produktivnost. Učenici se ne suočavaju s bilo kakvim ograničenjima koja mogu postojati u običnim muzejima.

Osim toga, u smislu inkluzije, pristup muzeju je jednostavan i ne postoje problemi s udaljenošću, troškovima prijevoza ili potrebnom organizacijom vođenja učenika na takvo putovanje. Nastavnicima omogućuje bolji kontinuitet praćenja svakog učenika, a čak je dostupan učenicima i kod kuće, pružajući još više prednosti i fleksibilnost. Budući da je sve na jednom mjestu, ne gubi se vrijeme na početku aktivnosti, a učenici se ne mogu raspršiti između previše stranica, materijala ili aktivnosti.

Istaknute su i druge prednosti muzeja, poput činjenice da on omogućuje razvoj digitalnih vještina, kako učenika tako i nastavnika. Korištenje vještina 21. stoljeća pomaže učenicima da se prilagode ovakvim alatima koji će se u budućnosti sve više koristiti u obrazovanju.

Virtualni muzej može se ažurirati i obnavljati novim elementima i zbirka mnogo češće nego obični muzej. Osim toga, kako se zbirke ne mogu mijenjati prema korisniku, informacije su odabrane i pouzdanije.

## **Prvi dojmovi nakon testiranja Virtualnog STEM muzeja**

Neki od ispitanika imali su priliku testirati prvu verziju Virtualnog STEM muzeja koji je razvijen u okviru ovog projekta. Prema njihovom mišljenju, muzej je dobra i prilično inovativna ideja jer omogućuje promjenu iskustva učenja učenika i povećanje njihovog angažmana. Prednosti su brojne, a navedene su već ranije.

Međutim, sugerirali su da bi muzej mogao imati više benefita kroz veću interakciju učenika. Da bi se to postiglo, trebalo bi se dodati više zadataka i elemenata, a mogao bi se dodati i vodič koji bi učenicima pružio određene smjernice i upute. Osim toga, bilo bi lijepo dodati zvukove kretanja od jednog do drugog elementa muzeja. Druga ideja je bila povezati kolekcije radi zajedničkih aktivnosti.

## Peti dio: Najbolje prakse

### Iz Belgije

**Lov na blago:** Da bi istraživanje bilo življe i dinamičnije, posjet muzeju možete pretvoriti u lov na blago tako da učenicima date popis elemenata – predmeta, slika ili riječi koje trebaju pronaći u muzeju i zadati im da zabilježe važne informacije o značenju, porijeklu, kontekstu, svrsi i upotrebi svakog traženog elementa.

Taj lov možete napraviti unutar pojedine izložbe pa će tako uključivati element iz svake kolekcije i predmeta. Učenike možete podijeliti u grupe, svakoj zadati određeni broj izložaka ili kolekcija pa da kasnije mogu prikupiti svoja saznanja. Mogu zaraditi bodove, samostalno ili u grupama, ovisno o tome koliko elemenata su našli te koliko su bili jasni, točni i precizni u davanju dodatnih informacija. Važno je osigurati da se u natjecanju svi osjećaju zaštićeno i sigurno te da krajnji rezultat bude nagrada za najefikasnijeg učenika ili grupu.

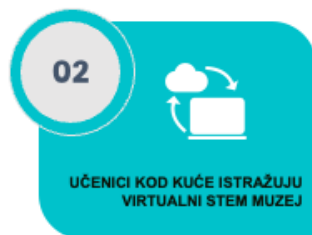
Učenici bi mogli izraditi prezentaciju ili sažetak o jednom ili nekoliko elemenata koji su im bili zadani i na taj način podijeliti svoje znanje s drugima koji su imali drugi zadatak.

## Iz Hrvatske

### **Obrnuta učionica i Virtualni STEM muzej**

Virtualni STEM muzej je interdisciplinarni obrazovni alat koji osim što obogaćuje iskustvo muzeja i osobno iskustvo posjetitelja, pruža nove mogućnosti u poučavanju i postizanju obrazovnih ishoda, posebno kod učenika s teškoćama. Jedan od modernih pedagoških pristupa, baziran na upotrebi IKT-a i dijeljenju materijala za učenje je koncept obrnute učionice koja se može primijeniti kao metoda za korištenje virtualnog STEM muzeja za samostalno učenje. Obrnuta učionica je više od tradicionalne učionice jer nastavnici pripremaju materijale unaprijed da bi se učenici s njima upoznali kod kuće svaki svojim tempom. Prednost ovog primjera je da su svi materijali već pripremljeni i nalaze se u virtualnom STEM muzeju. Glavna karakteristika ove strategije je zadavanje novog sadržaja za domaću zadaću i kroz samostalno učenje. Učenici bi za sljedeći sat trebali napraviti bilješke i pripremiti pitanja za raspravu s nastavnikom i ostalim učenicima. Kada učenici dođu na sat, osim rasprave, nastavnik im može zadati zadatke za raspravu, rješavanje problema, projekte ili neke druge aktivnosti koje zahtijevaju više mišljenja i suradnju s vršnjacima. Kada se učenici uključe u takve aktivnosti, oni više nisu pasivni promatrači nego aktivni sudionici u nastavnom procesu. Prema pitanjima koje postavljaju učenici, nastavnik može još dodatno razjasniti temu za lakše razumijevanje, ali njegova glavna uloga jest da bude mentor koji daje upute i vodi učenike prema njihovim vlastitim zaključcima.

## 4 koraka kako koristiti virtualni STEM muzej i metodu obrnute učionice



## Sa Cipra

Praktični savjeti za organizaciju terenskih ispitivanja i podršku učenicima:

- Prije provođenja terenskih ispitivanja organiziran je sastanak nastavnika kako bi se predstavili ciljevi projekta i demonstriralo kakvu ulogu Virtualni STEM muzej ima u tom procesu. Na sastanku su nastavnici mogli istraživati muzej i odabrati teme koje žele uključiti u svoju nastavu. Predstavljanje muzeja nastavnicima prije terenskih ispitivanja omogućuje im da se upoznaju s njime i da mogu pružiti podršku učenicima u nastavnom procesu.
- Prilikom CIP-ovog terenskog istraživanja korištena je zbirka Mikrokontroleri kao uvod u nastavnu jedinicu o tehnologiji i robotici, gdje su učenici imali pred sobom hardver te su ga uspoređivali s onim što su naučili u muzeju. Učenici su učili o različitim komponentama Arduina pa im je AE2 pritom bio koristan.
- Prilikom terenskog ispitivanja:
  - Potaknite učenike da rade u grupama kako bi istražili muzej i izvršili aktivnosti.
  - Zadajte učenicima istraživački projekt koji uključuje istraživanje muzeja i pisanje izvještaja ili izrađivanje prezentacije o tome što su otkrili.
  - Potaknite učenike da istražuju virtualni muzej i otkriju nove izložke i teme koje ih zanimaju.
  - Pomažite učenicima po potrebi i postavljajte im pitanja kako bi bili sigurni da razumiju temu na kojoj rade.



## Iz Francuske

### Upotreba kolekcija u muzeju kao uvod u temu: primjer proširene stvarnosti

Upotreba kolekcije može poslužiti kao uvod u temu prije praktične aktivnosti. Prije nego smo započeli s obradom integracije proširene stvarnosti kroz otvoreni software, učenicima smo prezentirali kolekciju o proširenoj stvarnosti kako bi isprobali taj koncept, njegovu povijest i primjenu.

Na taj način možete koristiti module koji se mogu ponovno upotrijebiti, iz jednog Erasmus + projekta '[DIMPA](#)' ( 'Digital Innovative Media Publishing for All' -digitalno inovativno medijsko izdavaštvo za sve). Iako su oni kreirani kao izvori za strukovna zanimanja, korak po korak pristup aktivnostima sugerirane proširene stvarnosti dozvoljava bilo kojem nastavniku njegovu primjenu u učionici. Takve aktivnosti mogu se raditi s učenicima od 10 do 18 godina. S mlađim učenicima bit će potrebno prilagoditi takav pristup i uvjeriti se da su svi na istom stupnju prije nego se krene dalje s gradivom. Stariji su učenici samostalniji i mogu sami zatražiti pomoć nastavnika ukoliko im je potrebna. Stariji učenici također mogu provesti više vremena prilagođavajući 3D modele pa se to onda može ukomponirati u lekciju o kodiranju.

Stoga ako ste zainteresirani za bilo koju od muzejskih kolekcija, pokušajte ih spojiti s praktičnim aktivnostima koje provodite na satu.

### Literatura:

DIMPA (202) 'Open Educational Resources',

<https://www.dimpaproject.eu/oer-open-education-resources/>

## Iz Portugala

Postoje primjeri dobre prakse pri organizaciji terenskih ispitivanja:

1. Jasno postavite ciljeve ispitivanja. Važno je znati što točno želite postići.
2. Odaberite sudionike iz različitih područja. Možete uključiti učenike različitih uzrasta, različitog iskustva i s različitim stupnjevima razvijenosti vještina. Ukoliko planirate primjenjivati materijale na engleskom jeziku, provjerite hoće li ih učenici u potpunosti razumjeti.
3. Upute i savjeti neka budu savršeno jasni. Kako bi pomogli učenicima, razmislite da im ponudite kratki priručnik ili vodič. Ako je potrebno, možete prilagoditi [PPT presentation prepared by CEPROF for the Portuguese field tests](#).
4. Pratite učenički napredak i pružite im pomoć ukoliko im je potrebna, u obliku odgovora na pitanja, rješavanja tehničkih problema i davanja uputa.
5. Pratite napredak učenika i ponudite pomoć ukoliko je potrebno. To može uključivati odgovaranje na upite, rješavanje tehničkih poteškoća ili davanje uputa.
6. Nakon završetka terenskog istraživanja, prikupite povratne informacije od učenika kako biste mogli evaluirati rezultate. Razmislite što je bilo dobro, a što bi se moglo poboljšati te upotrijebite te informacije kako biste promijenili ili prilagodili što je potrebno.

## Literatura

OECD 2019. PISA 2018. Results: COMBINED EXECUTIVE SUMMARIES VOLUME I, II & III.

Ribeiro, A., Silva, B. 2009. Museu Virtual na Escola. Actas do X Congresso Internacional Galego-Português de Psicopedagogia, Universidade do Minho. Centro de Investigação em Educação (CIEEd). str. 5810-5815.

Deloche, B. 2001. Le musée virtuel : vers un éthique des nouvelles images. Presses Universitaires de France.

Atamuratov, R. 2020. The Importance Of The Virtual Museums In The Educational Process. European Journal of Research and Reflection in Educational Sciences. 8/2. str. 89-93.

Pallokas, I., Kekkeris, G. 2008. Implementation of Virtual Museums for School Use. The International Journal of the Inclusive Museum, Vol. 1.

The ViMM Definition of a Virtual Museum | ViMM. 2021. <https://www.vimm.eu/2018/01/10/the-vimm-definition-of-a-virtual-museum/> (pristupljeno 22. rujna 2021.)

Dogan, B., & Robin, B. 2015. Technology's Role in Stem Education and the Stem SOS Model. In A. Sahin (Ed.), A Practice-based Model of STEM Teaching. str. 77–94. SensePublishers. [https://doi.org/10.1007/978-94-6300-019-2\\_6](https://doi.org/10.1007/978-94-6300-019-2_6)

Ellis, J., Wieselmann, J., Sivaraj, R., Roehrig, G., Dare, E., & Ring-Whalen, E. 2020. Toward a Productive Definition of Technology in Science and STEM Education – CITE Journal. <https://citejournal.org/volume-20/issue-3-20/science/toward-a-productive-definition-of-technology-in-science-and-stem-education>

Vahidy, J. 2019. Enhancing STEM Learning Through Technology. In Technology and the Curriculum: 2019. Power Learning Solutions. <https://techandcurr2019.pressbooks.com/chapter/enhancingstem/>

Gaia, G., Boiano, S., Bowen, J. P., & Borda, A. 2020. Museum Websites of the First Wave: The rise of the virtual museum. BCS Learning and Development Ltd. Published. <https://doi.org/10.31235/osf.io/d8q2c>

Kadirjonovich Atamuratov, R. 2020. The importance of the virtual museums in the educational process. *European Journal of Research and Reflection in Educational Sciences*. 8(2), 89–93. <https://www.idpublications.org/wp-content/uploads/2020/02/Full-Paper-THE-IMPORTANCE-OF-THE-VIRTUAL-MUSEUMS-IN-THE-EDUCATIONAL-PROCESS.pdf>

Kuznik, L. 2008. The Concept of Children's Museum in Virtual Learning Environment. *The International Journal of the Inclusive Museum*. 1(1), 53–60. <https://doi.org/10.18848/1835-2014/cgp/v01i01/44296>

VX Designers: Skills learners develop as exhibition curators. (n.d.). Logopsycom. Retrieved May 10, 2021, from <https://logopsycom.com/vx-designers-using-exhibition-to-support-learners-with-slds/>

VX Designers: Using exhibition to support learners with SLD's. (n.d.). Logopsycom. <https://logopsycom.com/vx-designers-using-exhibition-to-support-learners-with-slds/> (pristupljeno 10. svibnja 2021.)

Torres Martín, C., Acal, C., el Homrani, M., & Mingorance Estrada, N. 2021. Impact on the Virtual Learning Environment Due to COVID-19. *Sustainability*. 13(2), 582. <https://doi.org/10.3390/su13020582>

MuseumNext. Is the future of museums online and what might a virtual museum look like? <https://www.museumnext.com/article/is-the-future-of-museums-online/> (pristupljeno 17. listopada 2020.)

Martinez, C. How to Make Museums More Accessible for People with Disabilities? *Inclusive City Maker*. <https://www.inclusivecitymaker.com/how-to-make-museums-more-accessible-for-people-with-disabilities/> (pristupljeno 17. srpnja 2021.)

What Is Specific Learning Disorder? (n.d.). Web Starter Kit. <https://www.psychiatry.org/patients-families/specific-learning-disorder/what-is-specific-learning-disorder> (pristupljeno 3. kolovoza 2021.)

- Jeffs, T. 2009. Virtual Reality and Special Needs. ERIC. 253–268.
- Bakshio, K., R. 2021. How to Engage Learners in a Virtual Learning Environment? Shift in Paradigm Due to Covid-19. Amazon Digital Services LLC – KDP Print US.
- Becker Nunes, F., Zunguze, M., Hannel, K., Ferreira Antunes, F. 2019. Analysis of Users in an Immersive Environment for Teaching Science. In *Virtual Reality in Education: Breakthroughs in Research and Practice*. str. 1-25.
- Boboc, M., Koc, S. 2019. *Student-Centered Virtual Learning Environments in Higher Education*. United States of America: IGI Global.
- Cecil, J., Ramanathan, P., Mwavita, M. 2013. Virtual Learning Environments in engineering and STEM education. 2013 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE). 502-507.
- Dalgarno, B., Lee, M. J. W. 2010. What are the learning affordances of 3D virtual environments? *British Journal of Educational Technology*. 4(1). 10-32.
- Daniela, L. 2020. Virtual Museums as Learning Agents. *Sustainability*. 12(7). 1-24.
- Franks, C. P., Bell, A. L., Trueman, B. R. 2016. *Teaching and Learning in Virtual Environments: Archives, Museums, and Libraries*. Santa Barbara, California: Libraries Unlimited
- Hawkey, R. 2004. *Learning with Digital Technologies in Museums, Science Centres and Galleries*. King's College, London.
- Ismael, D., Al Abdullatif, A. M. 2016. The Impact of an Interactive Virtual Museum on Students' Attitudes Toward Cultural Heritage Education in the Region of Al Hassa, Saudi Arabia. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*. 11(04). 32-34.
- Mamur, N., Özsoy, V., Karagöz, İ. 2020. Digital learning experience in museums: Cultural readings in a virtual environment. *International Journal of Contemporary Educational Research*. 7(2). 335-350.

Nikoletta, Z. et al. 2008. Virtual Reality and Museum: An Educational Application for Museum Education. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*. 3(1). 89-95.

Paliokas, I. 2008. Implementation of Virtual Museums for School Use. *International Journal of the Inclusive Museum*. 1(1). 11-20.

Qian, Y. 2018. *Integrating Multi-User Virtual Environments in Modern Classrooms*. United States of America: IGI Global.

Yang, D., Baldwin, S.J. 2020. Using technology to support student learning in an integrated STEM learning environment. *International Journal of Technology in Education and Science (IJTES)*. 4(1). 1-11.

Pescarin, S. 2014. Museums and Virtual Museums in Europe: Reaching Expectations, *Science Research and Information Technology*. 4/ 4. 131-140.

Carrozzino, M. & Bergamasco M. 2010. Beyond virtual museums: Experiencing immersive virtual reality in real museums. *Journal of Cultural Heritage*. 11. 452-458.

Henriques, R. 2004. *Memória, museologia e virtualidade: um estudo sobre o Museu da Pessoa*, Dissertação apresentada na Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias Departamento de Arquitetura, Urbanismo e Geografia para a obtenção do grau de mestre em Museologia. 43-74.

Henriques, R. 2018. Os museus virtuais: conceito e configurações, *Cadernos de Sociomuseologia*.55/12. 53-70.

The British Museum. 2021. <https://www.britishmuseum.org/collection> (pristupljeno 22. rujna 2021.)

Musei vaticani, Virtual tours. 2021.

<https://www.museivaticani.va/content/museivaticani/en/collezioni/musei/tour-virtuali-elenco.html> (pristupljeno 22. rujna 2021.)

Louvre Museum Official Website. 2021. <http://www.louvre.fr/en?visites-en-ligne> (pristupljeno 22. rujna 2021.)

Visit the museum as you have never done before! | Fundació Gala - Salvador Dalí. 2021. <https://www.salvador-dali.org/en/museums/dali-theatre-museum-in-figueres/visita-virtual/> (pristupljeno 22. rujna 2021.)

Museu Calouste Gulbenkian. 2021. <https://gulbenkian.pt/museu/visita-virtual/> (pristupljeno 22. rujna 2021.)

Lepouras, G. & Vassilakis, C. 2005. Virtual museums for all: employing game technology for edutainment. *Virtual Reality*. 8. 96-106.

Dragicevic, M & Bagaric, A. 2019. Virtual Technology in Museums and Art Galleries Business Practice – The Empirical Research. 7<sup>th</sup> International OFEL Conference on Governance. Management and Entrepreneurship Embracing Diversity in Organisations – Dubrovnik. travanj 2019. 175-183.

Adedoyin, O. B., & Soykan, E. 2020. Covid-19 pandemic and online learning: The challenges and opportunities. *Interactive Learning Environments*. 0(0). 1–13. <https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1813180>

Bri, D., García, M., Coll, H., & Lloret, J. 2009. A Study of Virtual Learning Environments. *WSEAS Transactions on Advances in Engineering Education*. 33–43.

Britain, S., & Liber, O. 2012. A framework for pedagogical evaluation of virtual learning environments. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00696234>

Dillenbourg, P., Schneider, D., & Synteta, P. 2007. *Virtual Learning Environments*. 18.

Li, C., & Lalani, F. 2020. The COVID-19 pandemic has changed education forever. This is how. *World Economic Forum*. <https://www.weforum.org/agenda/2020/04/coronavirus-education-global-covid19-online-digital-learning/>

Maltby, A., & Mackie, S. 2016. Virtual learning environments – help or hindrance for the ‘disengaged’ student? *ALT-J*.17(1). 49–62.

<https://doi.org/10.1080/09687760802657577>

McBurnie, C. 2020. The use of virtual learning environments and learning management systems during the COVID-19 pandemic.

<https://doi.org/10.5281/ZENODO.3805843>

Puzhevich, V. 2020. The Use Of Virtual Learning Environment In Education | SCAND Blog. SCAND. <https://scand.com/company/blog/the-use-of-virtual-learning-environment-in-education/>

Mons, N., Tricot, A., Chesne, F., Botton, H. 2020. ‘Numérique et apprentissages scolaires : dossier de synthèse (the digital and school education: study report)’.

<http://www.cnesco.fr/fr/numerique-et-apprentissages-scolaires/contributions-thematiques-du-dossier-numerique/>

OECD. 2006. Glossary of statistical terms: Digital divide.

<https://stats.oecd.org/glossary/detail.asp?ID=4719> (objavljeno 4. siječnja 2006.)

Tellier, M. La fracture numérique n’épargne pas les jeunes (the digital divide does not spare youth). FranceCulture.Fr. <https://www.franceculture.fr/numerique/la-fracture-numerique-nepargne-pas-les-jeunes> (objavljeno 31. svibnja 2020.)

Tricot, A and Chesné, J.-F. 2020. Numérique et apprentissages scolaires : rapport de synthèse (the digital and school education: synthesis report. Paris: Cnesco.

Vodoz, L. 2010. Fracture numérique, fracture sociale : aux frontières de l'intégration et de l'exclusion (Digital gap, social gap: sitting on the boundaries of integration and exclusion). *SociologieS* [Online] <http://journals.openedition.org/sociologies/3333>





SRADNJA  
ŠKOLA  
IVANEC



Sufinancirano sredstvima  
programa Europske unije  
Erasmus+

Ova je publikacija ostvarena uz financijsku potporu Europske komisije. Ona izražava isključivo stajalište njenih autora i Komisija se ne može smatrati odgovornom pri uporabi informacija koje se u njoj nalaze.

Broj projekta: 2020-1-FR01-KA226-SCH-095602

Ovaj rad je licenciran pod Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License. Kopija licence vidljiva je na <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>