



VII



STEAM BUILDERS

$$a^2 + b^2$$



Učni priročnik



Kazalo

Uvod	3
Poglavje 1: Povezovanje umetnosti in humanističnih ved v STEM	6
Poglavje 2: Kako pristopiti k zgodovinski dediščini Evrope z uporabo STEAM metod?.....	14
Poglavje 3: Kaj pa digitalno?.....	54
Poglavje 4: Biti igralec v STEAM.....	59
Poglavje 5: Koristi za vse: vključenost vseh skupin učencev	64
Zaključek	69
Reference	72

Uvod

Dobrodošli v prvem orodju projekta STEAMbuilders, Učni priročnik, na temo kako uporabiti znanje o zgodovinski dediščini kot pripomoček pri razlagi in postavitvi v vsebinski okvir osnove matematike in znanosti.

Svet se hitro razvija zaradi stalnega razvoja tehnologije. Večina držav se vseeno sooča z vse večjim pomanjkanjem strokovnjakov na kritičnih delovnih področjih, kot so znanost, tehnologija, inženirstvo in matematika. Razlog za vir tega pomanjkanja lahko najdemo v našem šolskem sistemu.

Kljub poskusom za vzpodbujanje STEM izobraževanja, nedavne PISA študije (2018) kažejo, da je naš šolski sistem še vedno neuspešen na STEM področju. V matematiki je manj uspešnih 22,4% evropskih študentov in v znanosti 21,6%. To pomeni, da več kot 1 od 5 otrok v Evropi ni opremljen z osnovnimi veščinami, ki so potrebne za številne koristne službe v današnjem gospodarstvu.

Ti rezultati so jasna vzpodbuda za iskanje drugačnih rešitev in podpornih sistemov za izboljšanje STEM izobraževanja. Zelo je pomembno, da učence bolj vključimo v te bistvene tematike.

Za izdelavo primernih podpornih sistemov in učnih orodij, moramo ugotoviti, od kod izvira neuspešnost. Naša raziskava literature nam je pokazala odgovor. Kot piše v intervjuju z Pr Kouider Ben-Naoum, neuspešnost pri matematiki doseže vrh pri vključitvi v srednjo šolo, ko se preide iz učenja vsebinske na učenje abstraktne matematike. Dijaki ne zmorejo povezati tega, kar se poskušajo naučiti in situacije v dejanskem življenju. Klasičen abstraktni način, ki temelji na teoriji, je nekoč bil uspešen, a ni prilagojen današnji veliko bolj pro-aktivni družbi. To potrjuje Martin Andler iz Univerze v Versaillesu iz Oddelka in laboratorija za matematiko, ki povzame problematiko:

"Matematiki se motijo, ko predvidevajo, da je učenje matematike predpogoj, preden pokažejo, katere dejanske probleme lahko rešijo. Tako končamo z učenci, ki ne razumejo,

zakaj se sploh učijo matematiko. "

Kot ti strokovnjaki na področju matematike, smo tudi mi prepričani, da je več praktičnega dela na STE(A)M področju lahko rešitev, da se učenci raje vključijo in navdušijo ter si v prihodnosti tudi izberejo poklic na STEM področju.

Ko učencem pokažemo, kako sta matematika in znanost prisotna v vseh delih življenja, in da je tako bilo že od začetka naše civilizacije, in ko uporabimo medpredmetne učne metode, jih bomo lahko navdušili za mehaniko sveta, in nenazadnje tudi za STEM. Zato mislimo, da je STEAMbuilders projekt dobra priložnost za izboljšanje STEAM izobraževanja.

Razložili bomo, kako lahko uporabimo vsebino iz STEAM v metodah zgodovinske dediščine in povezane zgodovinske vsebine – kako je bila teorija odkrita in kakšne so bile posledice odkritja in učinki na razvoj naše družbe. To bo dalo pomen učenju STEAM vsebin in podlago za povezavo abstraktnih teorij v oprijemljive in obstoječe zgodovinske primere.

Ta učni priročnik je prvo učno orodje, ki smog a zasnovali v projektu, in bo služil kot podlaga za naslednje. Zasnovan bo tako, da bo pomagal učiteljem usvojiti medpredmetni pristop in povezati STEM učni načrt z načeli in načini uporabe iz zgodovine. Mišljen je kot praktičen in uporabniku prijazen, s čisto strukturo in konkretnimi razlagami dejanskih primerov za lažjo vsakdanjo uporabo.

Ta priročnik in ostali materiali so pripravljene tako, da omogočajo vključitveno in prijazno izkušnjo za učence s specifičnimi učnimi težavami ter skupine učencev, ki so običajno manj zastopani pri STEAM predmetih (mlajša dekleta, učenci z manj priložnostmi ...)

Za doseg ciljev priročnika smo pripravili naslednja poglavja:

V "Poglavju 1: STE(A)M: Povezovanje umetnosti in humanističnih ved v STEM" določimo termine STEM & STE(A)M, od kod prihajajo koncepti, značilnosti in razlike. Raziskali bomo pomembnost te metode, različne koristi tega pristopa in opisali osnutek STEAM učenja.

Drugi del priročnika obsega “Kako pristopiti k dediščini Evrope z uporabo STEAM metod?”, kjer bomo raziskali povezave med STEAM učnim načrtom in zgodovinsko dediščino (od prazgodovine do industrijske revolucije). Podali bomo nekaj primerov šolskih aktivnosti, ki razlagajo ime projekta STEAMbuilders; znova zgraditi STEAM koncepte s pomočjo zgodovinske dediščine in zgodovine. Primeri bodo temeljili na naslednjih temah: tehnika in kamena doba, matematika in stara Grčija, tehnični izumi in rimski imperij, gradnja in meritve in leta katedral, umetnost, znanost in tehnika v renesansi, in znanstvena odkritja v letih razsvetljenstva.

V tretjem delu priročnika bomo raziskali vlogo digitalnega v tem projektu in nasplošno v izobraževanju. Ta del bo vključeval med drugim tudi primere digitalne prilagoditve aktivnosti STEAM ali tehnike zgodovinske dediščine.

Četrty del bo govoril o sodelovanju v STEAM izobraževanju, kdo, kako, kdaj in kje se lahko uporablja STEAM pristop v izobraževanju.

Peti in zadnji del bo opisal vključevanje v našem projektu in izobraževanje nasplošno.

Sedaj pa začnimo!

Poglavje 1: Povezovanje umetnosti in humanističnih ved v STEM

1. STEM proti STE(A)M – Definicija in cilji

Nacionalna znanstvena fundacija Združenih narodov (NSF) je uradno predstavila kratico STEM v letu 2001. Poudarek na tematikah znanosti in tehnologije v izobraževanju sega daleč nazaj, na zgodnje obdobje vesoljske dirke med Sovjetsko Unijo in Združenimi državami Amerike, ko je Sovjetska Unija izstrelila Sputnik – prvi satelit v zemeljski orbiti – leta 1957 (Lathan, 2015).

Pojem STEM predstavlja Science - znanost, Technology - tehnologijo, Engineering - inženirstvo in Mathematics – matematiko. STEM izobraževanje je multidisciplinarna¹ metoda učenja, kjer so zahtevana akademska znanja združena z lekcijami iz realnega življenja z uporabo znanosti, tehnologije, matematike in inženirstva. Teme so uporabljene v okvirjih, ki povezujejo šolanje, službo, družbo in globalno podjetništvo, kar omogoča razvoj STEM učenja (*Defining STEM in Education – Science, Technology, Engineering and Mathematics*, n.d.). Z drugimi besedami, pri učenju STEM področij uporabljamo metodo združevanja, kar nam ponuja praktične in obenem ključne učne izkušnje. Potrebujemo STEM izobraževanje, ki je vključeno v vsakodnevno šolanje v tradicionalnem učnem sistemu, z začetkom pri mlajših učencih (*What Does STEM Stand For?*, 2015). V predmetih, ki vsebujejo učne tematike, kot so znanost, tehnologija, inženirstvo in matematika kot celoto (v kombinaciji vseh), so lahko uvrščene veščine pojasnjevalnega učenja, reševanja problemov in kritičnega mišljenja, ki omogočajo učinkovitost STEM izobraževanja (*What Does STEM Stand For?*, 2015).

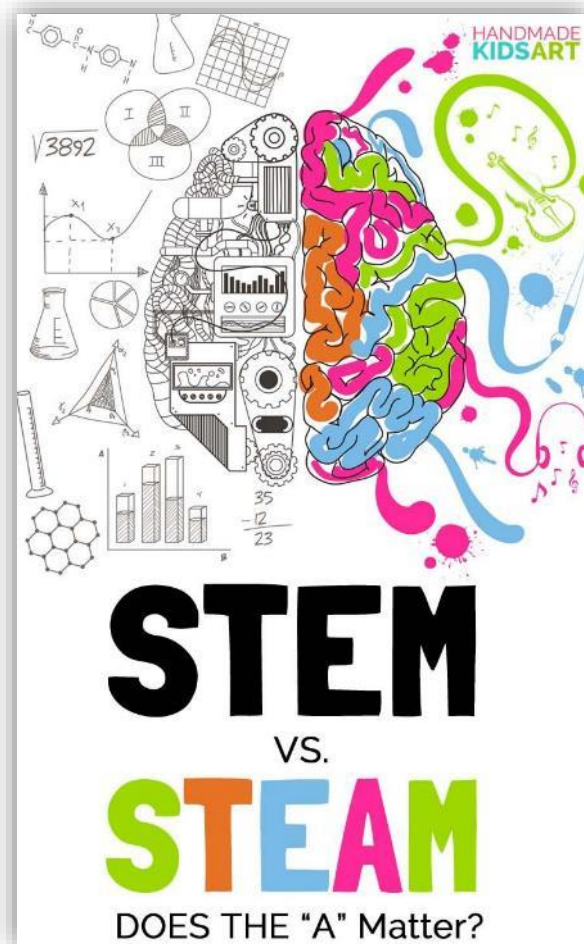
¹ combining two or more academic fields (*Definition of Multidisciplinary | Dictionary.Com*, n.d.)

Učitelj inženirstva in tehnologije, Georgette Yakman, je ključen inovator pri preobrazbi STEM v STEAM z dodatkom A-ja. Ta pomeni Arts and Humanities, v prevodu umetnost in družbene študije. Georgette je ustanovni znanstvenik izobraževalnega konteksta STEAM v letu 2006. Ne gre samo za dodajanje tematike v STEM ali spremembo načina mišljenja v umetnosti v STEM kontekst, ampak predvsem za umetnost, kdo in zakaj, za pretvorbo v kaj in kako v STEM temah (Lathan, 2015).

STEAM predstavlja Science - znanost, Technology - tehnologijo, Engineering - inženirstvo, Art – umetnost in Mathematics – matematiko. Zato STEAM izraža STEM z dodatkom umetnosti, tj. Jezikovne, vizualne umetnosti, družboslovja, plesa, glasbe, igre, oblikovanja in novih medijev, Medtem ko se STEM osredotoča na teme o znanosti, STEAM raziskuje enake teme na drugačen način-skozi analizo in problemskih učnih načinov, uporabljenih v kreativnih postopkih.

Različni tipi učencev sodelujejo pri izvedbi vizualno prijetnega izdelka, ki temelji na ključnih razlagah pojma STEM. Kot primer lahko navedemo matematično znanje o paraboli, ki se jo uporablja tudi v izdelkih slikarske umetnosti. STEAM ni nov pojem, saj so ga uporabljali že umetniki, kot so Leonardo da Vinci, ki je prikazal pomembnost kombinacije znanosti in umetnosti za nova pomembna odkritja (Wade-Leeuwen et al., 2018).

Ko umetnost postane del STEM, se pojem STEM preobrazi, poveže veliko več učencev in jim pomaga povezati učenje z zaupanjem, kreativnostjo in kritičnostjo. Forbes trdi, da današnji svet potrebuje vse učence vključene v STEM in opremljene z veščinami reševanja problemov, da bodo se bodo lahko soočali z izzivi naše družbe. Vloga učiteljev je odpreti nova vrata in izzvati navdušenje za učenje, posebno za STEM, pri čemur STEM



Source:

<https://www.pinterest.com/pin/2251868543419021/>

s povezavami z učenjem umetnosti odpira veliko vrat (Milgrom-Elcott, n.d.). Nekdo lahko razume, da je STEAM omogočil STEM učenju korak naprej, s poudarkom na umetnosti, spodbujanju področja in uporabo njegovih tematik v multi-disciplinarnem učenju, ki podpira kreativnost in predmete, kot so znanost, matematika, inženiring in tehnologija. STEAM poudarja učenje učencev na način, da ustvarijo povezavo med več predmeti in tako pridobijo kar največ znanja o katerikoli temi; od kodiranja in robotike do glasbe in branja. Zaključimo lahko, da je v STEAM učenju manj ocenjevanja, a več problemskega reševanja, analiziranja in navodil. Čeprav se oba, STEM in STEAM, ukvarjata z znanstvenimi in matematičnimi temami, se razlikujeta v načinu poučevanja in učenja v učilnici (Vaden, 2020). STEAM si prizadeva spodbujati in ustvariti zanimanje in trajno ljubezen do umetnosti in znanosti med otroki v mlajših letih (Lathan, 2015).

2. Zakaj je ta metoda pomembna?



Priprava učencev na bodočo uresničitev v našem sedanjem svetu pomeni razkritje in razumevanje the discipline za razvoj kritičnega mišljenja. Ta metoda je pomembna, saj je učenje pod pritiskom, da se končno odzove na spreminjajoč se svet. Prej kot so učenci izpostavljeni temeljem STEAM, bolje je.

Študija, ki jo je naredil Microsoft, prikazuje, da se je 4 od 5 višješolskih in univerzitetnih študentov v STEM panogah (78%) odločilo za študij STEM v srednji šoli ali prej, 1 od 5 študentov (21%) pa se je za to odločil na predmetni stopnji osnovne šole ali prej. Še vedno ima le 1 od 5 STEM študentov občutek, da jih srednješolsko izobraževanje dobro opremi z znanjem, ki jih potrebujejo na višješolski in univerzitetni stopnji v STEM smeri. Poleg tega študija kaže na neenakopravnost žensk in moških pri zaposlovanju na STEM področjih, zato je zelo pomembno, da tudi dekleta navdušimo za STEAM (Lathan, 2015).

Ne glede na dejstvo, da STEAM okvir pomaga učencem usvojiti veščine problemskega

reševanja, kritičnega mišljenja in uporabo njihove ustvarjalnosti, jih tudi pripravi na službe na področjih, ki se uspešno širijo. Poročilo iz US Bureau of Labor Statistics kaže, da je rast tako v STEM kot STEAM povezanih poklicih med letoma 2019 in 2029 ocenjena na 8%, medtem ko je na 3,9% ocenjena rast na področjih, ki niso povezana s STEM. Tudi če se student odloči, da se ne bo posvetil STEM ali STEAM povezani karieri, bo vse pridobljene veščine zagotovo lahko uporabil pri kateremkoli poklicu (*Employment in STEM Occupations*, n.d.). Stephen F. DeAngelis – tehnološki inovator in predsednik Enterra Solutions pravi: “Izobraževanje učencev v STEM predmetih (če so učeni pravilno), pripravi učence na življenje, ne glede na to, kateri poklic bodo izbrali.” Eden izmed najbolj značilnih delov te učne metode je, da se učenci, učeni s STEM metodami, ne naučijo le določene tematike ampak se naučijo učenja nasplošno, kako preizkušati, kako postavljati vprašanja, in kako ustvarjati (Lathan, 2015). STEAM okvir učenja vodi učence v smeri uporabe veščin 21. stoletja, kot so povezovanje, komunikacija in kultura (Wade-Leeuwen et al., 2018).

Učenje v okvirjih STEAM podpira naslednje aktivnosti:

- **Učenje z uporabo praktičnih aktivnosti**
- **Razvoj miselnosti rasti (growth mindset)**
- **Povečanje sodelovanja pri aktivnostih v učilnici**
- **Povezava realnega sveta z učenjem v učilnici**



Source: <https://acerforeducation.acer.com/education-trends/5-main-benefits-of-steam-education/>

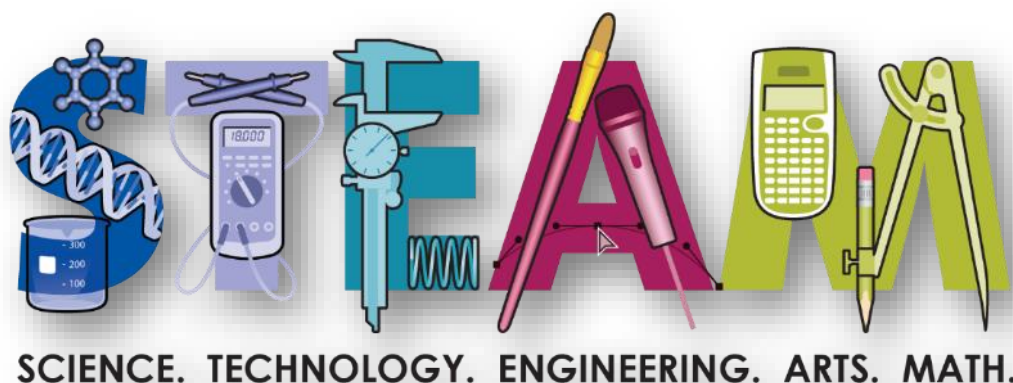
Zgoraj opisana stališča so pomembna, če želimo, da otrok ne učimo le določenih veščin, temveč jih pripravljamo na prihodnost. Čeprav večina tradicionalnih šol zagovarja uporabo standardiziranih testov za ocenjevanje ter pomnjenje za zagotovitev dobro uravnovešene izobrazbe, lahko tudi tam vključimo zanimanje in ustvarjalnost v katerikoli učni načrt. V hitro spreminjajočem se svetu bodo službe v prihodnosti zahtevale obvladovanje STEM veščin od vseh mladih. Brez dvoma to ni le priprava učencev na delo, pomembno je tudi, kaj s temi izkušnjami pridobijo: pomagajo mu odrasti in postati neodvisni, sposobni in



učeno radovedni. Čeprav postaja današnji svet vse bolj osredotočen na STEM, morajo imeti učenci v resnici različna zanimanja. Ne zanima jih le matematika, ampak tudi ključni pogledi na razvoj med različnimi akademskimi področji, kar jih pripravi na uspešnost ne glede na smer, ki jo izberejo.

Učni pripomočki v STEAM, ki se uporabljajo za ustvarjanje izkušenj, ki nudijo pogled na izbrano tematiko iz različnih zornih kotov, da se ustvari učenje, ki je dostopno in razburljivo, in gre dlje od osnov kodiranja. Dobro zaokrožena lekcija, ali celo celotno učenje, pomeni, da mora učitelj ponuditi učencem toliko snovi in kontekstov, kolikor je le mogoče, že od samega začetka poučevanja, da bodo lahko prepoznali, katere so njihove glavne vrline in zanimanja (Vaden, 2020).

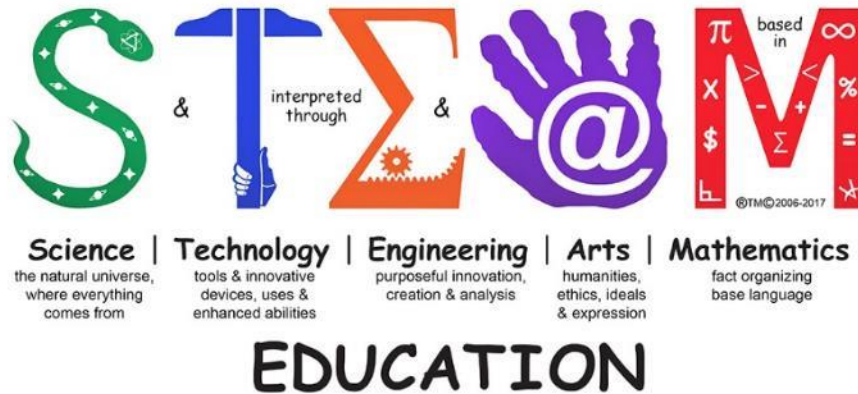
Čeprav se gospodarstvo in trg dela skozi leta razvijata in spreminjata, izobraževanje temu razvoju ne sledi in učitelji nadaljujejo učenje enakih učnih vsebin v enaki postavitvi učilnice.



Source: <https://scholarlyoa.com/the-change-of-education-trends-to-steam/>

Učenje na podlagi STEAM koncepta pomaga učencem razvijati veščine, ki jih potrebujejo za uspešno prihodnost – tako profesionalno kot osebno. Ne glede na industrijo in položaj, učenci, ki gredo na univerzo ali vstopijo na trg delovne sile, morajo biti opremljeni s kompletom dobro razvitih sposobnosti, da se lahko prilagodijo na razvijajoče okolje. Z združevanjem petih značilnih disciplin, STEAM ustvarja vključujoče učno okolje, ki navdušuje učence in jih spodbuja k sodelovanju, prisotnosti in reševanju problemov. Ta obširna metoda pomaga učencem uporabljati levo in desno polovico možganov hkrati, in jih navdušuje nad njihovim treniranjem, kar morajo obvladati v delovnem okolju 21. stoletja (Thomas, 2020).

3. Povzetek STEAM metode



Source: <https://steamedu.com/developing-steam-education-to-improve-students-innovative-ability/>

Eden izmed glavnih ciljev STEAM okvirja je izdelati uporaben in prilagojen program za vse tipe učencev, ki se opera na naravne načine učenja. Znanost in tehnologija so predstavljene s pomočjo inženirstva in umetnosti, vse skupaj pa je povezano s temelji matematike. Izobraževalni primeri večkrat ne razložijo, kje se ta področja prepletajo in kaj in kje lahko STEAM princip učencem pomaga izven področja njihove specialnosti (Yakman et al., 2019).

Ta ideja se je porodila z razvojem izobraževalnega okvirja, ki uradno povezuje študije s področja znanosti s področji umetnosti. Povezovanje vodi do velikega obsega vsakega od glavnih predmetnih področij, za katera se pričakuje, da jih bodo zagotovili visokošolski študiji in bi jih lahko uporabili kot dodano vrednost v vsakem od drugih "silosnih pristopov" skupaj z vsemi področji fizične, družbene in likovne umetnosti.

Splošni opis učnega pristopa, ki temelji na STEAM:

- **Znanost:** sestavljena je iz vsega, kar naravno obstaja, vključno z vplivi na naravo. Vključeni so naslednji predmeti: biologija, biokemija, kemija, fizika in vesolje, geoznanosti, izkustvena znanost, biotehnologija, biomedicina.
- **Tehnologija:** se nanaša na vse, kar naredi človek. Lahko je inovacija (novo odkritje), modifikacija (izboljšava že narejenega) ali sprememba naravnega okolja v

snov, ki jo človek želi ali potrebuje. Vključuje predmete, kot so kmetijstvo, gradnja, komunikacije, informatika, industrija, medicina, energetika, produkcija in transport.

- **Inženirstvo:** oblikovanje in postavitvev, raziskava in razvoj ali “razvoj pod nadzorom”. To vsebuje predmete, kot so letalsko in vesoljsko inženirstvo, gradbeništvo, arhitekturno, kemično, , računalniško, električno, okoljsko, podnebno, industrijsko sistemsko, materialno, mehanično, pomorsko in oceansko inženirstvo.
- **Matematika:** je študij simboličnih zvez, števil, vzorcev in oblik, nedoločen in sklepajoč. Sestavljena je iz naslednjih predmetov: algebra, računanje, analiziranje podatkov, verjetnost, geometrija, števila in operacije, reševanje problemov, razlog in dokaz, teorija in trigonometrija.
- **Umetnost:** vključuje likovno umetnost, jezikovno umetnost in humanistične vede, motorične in fizične umetnosti.
 - Jezikovna umetnost je način, kako so različni tipi komunikacije uporabljeni in prikazani. Sem spadajo pisanje, znakovni jezik, govor, petje ali celo prikaz govornice s telesom.
 - Fizična umetnost: Ročna ali atletska umetnost vključno z ergonomskimi gibi.
 - Humanistične vede: to vključuje izobraževanje, filozofijo, zgodovino, psihologijo, politikologijo, sociologijo, znanost-tehnologija-družba (STS), teologijo,...
 - Likovna umetnost je estetika skupaj z najstarejšimi trajnostnimi kulturnimi deli in do kod so prišli s preučevanjem najstarejših dokazov civilizacije.

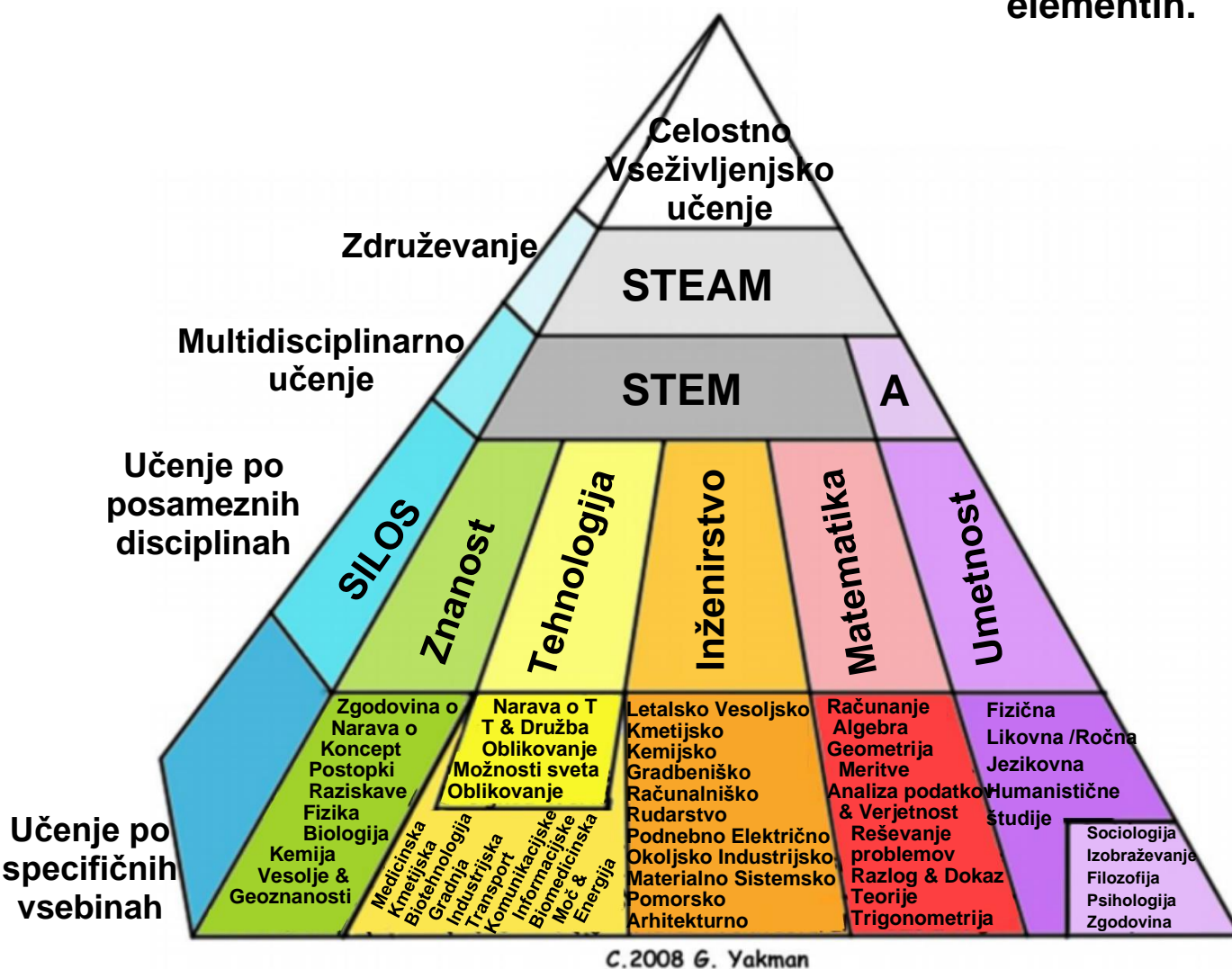
Če področja umaknemo od ročne, likovne, fizične umetnosti in humanističnih ved, lahko razumemo, kako ta področja razširimo in nanje vplivati z uporabo praks iz študija na STEM področjih. Zgornja raziskava vodi v razvoj okvirja STEAM, ki pomaga učiteljem učiti te predmete na način, ki povezuje oboje v realnosti. Naslednji diagram prikazuje postavljene okvirje, ki temeljijo na zgradbi in analizi interaktivne narave obeh študij in praks na formalnem področju znanosti, tehnologije, umetnosti in družbenih ved ter matematike (Yakman et al., 2019).

STEAM:

Okvir za učenje med predmeti

STEAM =

znanost & tehnologija predstavljene skozi inženirstvo & umetnost, ki temelji na matematičnih elementih.



Znanje je po STEAM principu lahko podano na prijeten in smiseln način in tako povežemo in močneje vključimo več učencev na že uveljavljenem področju in izobraževanju (Yakman et al., 2019).

Poglavje 2: Kako pristopiti k zgodovinski dediščini Evrope z uporabo STEAM metod?

Uvod	16
Primer 1: Tehnika in kamena doba	16
Aktivnost 1: Človek kamene dobe – uvodna zgodba.....	20
Aktivnost 2: Izdelovanje vrvice in nakita	23
Aktivnost 3: Vzorci kamene dobe	25
Primer 2: Matematika in antična Grčija	26
Aktivnost 1: Merjenje prostornine trdega predmeta.....	28
Aktivnost 2: Merjenje čistosti predmeta	29
Aktivnost 3: Merjenje višine stavbe	30
Primer 3: Tehnični izumi in rimski imperij	31
Aktivnost 1: Uvod v rimske številke	32
Aktivnost 2: Gradnja rimske ceste.....	33
Aktivnost 3: Naredi svojo rimsko oljno svetilko	34
Aktivnost 4: Naredi svoj akvadukt	35
Primer 4: Gradnja in meritve v dobi katedral	36
Aktivnost 1: Delavnica s črtami	38
Aktivnost 2: Graditelji katedral.....	40
Aktivnost 3: Okna iz večbarvnih stekel-vitraž in rozete	41
Primer 5: Umetnost, znanost, tehnika in renesansa	42
Aktivnost 1: Renesančna umetnost in geometrija.....	43



Aktivnost 2: Leonardo da Vinci.....	46
Primer 6: Znanstvena odkritja v letih razsvetljenstva	48
Aktivnost 1: Verižna reakcija.....	50
Aktivnost 2: Padajoči predmet.....	50
Aktivnost 3: Statična elektrika in električni tok.....	51
Zaključek	52

Uvod

Znanost napreduje izjemno hitro zaradi razvoja tehnologije, še posebej zaradi napredka pri razvoju računalniških strojev. Moderna oprema in storitve podpirajo sodelovanje znanstvenikov in jim omogočajo preizkušanje novih teorij ter oblikovanje in uporabo novih poskusov z izjemno hitrostjo. Vendar so zgodnja pravila v znanosti nastala že v zgodnji zgodovini človeštva. Brilljantni umi, kot so Aristotel, Pitagora, Galileo, Newton, Boyle, Demokrit, Pasteur, Descartes, Euclid, Fibonacci, Hypatia, Gilbert, Kepler in mnogi drugi, so skozi stoletja postavljali temelje znanosti in filozofiji. Z uporabo improviziranih orodij so z znanstvenega vidika preučevali različne pojave in empirično ali teoretično dokazovali svoja stališča.

Kakšna pa so odkritja teh velikih znanstvenikov? Kateri so postopki, ki so jih uporabljali v stari Grčiji ali v srednjem veku ali v različnih civilizacijah v Evropi? Kako se lahko naučimo zgodovine in umetnosti z znanstvenega vidika? To je nekaj vprašanj, ki so obravnavana v naslednjih odsekih. Vsak odsek vsebuje nekaj zgodovinskih zapiskov ter postopke za izvedbo poskusa in aktivnosti. Aktivnosti se nanašajo na različna zgodovinska obdobja. Učitelji lahko ponovijo aktivnosti v svojem razredu ali uporabijo predloge za razvoj nove aktivnosti. Učenci lahko razvijejo svoje znanstvene sposobnosti in boljše spoznajo našo kulturo in zgodovino. Te STEAM aktivnosti izboljšajo sodelovanje učencev in spodbujajo njihovo razumevanje v interdisciplinarnem pristopu.

Predstavljamo aktivnosti, ki se nanašajo na antično Grčijo, rimski imperij, dobo katedral, renesanso in dobo razsvetljenstva. Učenci se bodo seznanili z različnimi zgodovinskimi obdobji ter znanstveniki in kulturo vsakega obdobja. S praktičnimi aktivnostmi bodo bolje

Primer 1: Tehnika in kamena doba

Z zgodovinskega / evropskega vidika je kamena doba pomembna, saj so vsi narodi imeli kameno dobo. To je doba, ki so jo preživele vse države, vendar v različnih obdobjih. Dolžina obdobja se med evropskimi državami zelo razlikuje, saj so skandinavske države bile prekrite z ledom do leta 13 000 pred našim štetjem. Kamena doba je obdobje z različnimi kamenodobnimi kulturami, ki pa je pogosto razdeljena na dva dela: starejša



kamena doba ali mezolitik, kjer je človek lovec in nabiralec ter mlajša kamena doba ali neolitik, kjer je človek živinorejec in poljedelec. Čeprav je obdobje dolgo in oddaljeno, menimo, da je lahko s pravilnim pristopom zelo vsakdanje tako pri otrocih kot pri odraslih. Ker nimamo pisnih virov iz kamene dobe, smo odgovore na vprašanja o najdbah dobili z rezultati arheologije in znanosti. Ne daje nam vpogled le v kameno dobo, ampak tudi na metode in znanost, ki se sedaj uporablja. Kamena doba je temelj, na katerem počiva naša civilizacija, in ker je doba tako oddaljena, je očitno, da za izhodišče vzamemo takratne osnovne življenjske pogoje človeka – način življenja, hrana, oblačila, težave, podnebne spremembe in življenje v medsebojnem odnosu z naravo.

Primer kulture iz kamene dobe

Ertebølle zbirališče kuhinjskih odpadkov velja za enega najpomembnejših evropskih spomenikov. Nahaja se ob takratni obali, kjer so ga več kot 1.500 let oblikovale skupine lovcev in nabiralcev iz kamene dobe. Prvotno je bilo zbirališče dolgo 140 m, široko 20 m in visoko do 2 m in je vsebovalo lupine ostrig, ostanke hrane, zavrženo orodje in nekaj človeških okostnjakov. Kup školjk je pomembna arheološka najdba in je dobro zaščiten pod trato. Nahaja se ob kamenodobni obali približno 500 m od vasi Ertebølle.

Ne samo, da je majhna vasica Ertebølle dobila ime po kulturi Ertebølle (5400-3900 pr. N. Št.), odkritje najdišča je omogočilo tudi razdelitev kamene dobe na mezolitsko in neolitsko obdobje-kameno dobo lovcev in nabiralcev ter prvih kmetov.



Manjši del originalnega zbirališča odpadkov s primerom povprečne velikosti ženske in moškega iz kamene dobe.

Photo: Kim Callesen, Vesthimmerlands Museum, Denmark

Tehnike iz kulture Ertebølle

Kultura Ertebølle je znana po posebni keramiki, kot so posode s koničastim dnom in oljne

svetilke iz jeter trske. Visoko specializirano ribiško orodje: majhni ribiški trnki iz jelenjih kosti, ribiške mreže in ribiške palice. Uporabljali so 10 m dolge čolne, izrezljane iz lipovih hlodov. Iz lokalnega kremena so izdelovali jedrne in listnate sekire ter uporabili kremen za prečna bodala.



Od leve: Kremenova barva, kremenova kocka, jedrna sekira, listnata sekira, sveder, prečno bodalo, vrvica s školjko, posoda s koničastim dnom, model čolna iz hrastovega hloda.

Orodja za klesanje kremena: rogovje in kamen. Zadaj: pasti za jegulje iz vrbe in vrvice iz lipovega lišča.

Photo: Kim Callesen, Vesthimmerlands Museum, Denmark

Kamena doba je vključena v danski učni načrt bodisi kot obdobje za poučevanje, ki zajema dele kronologije ali kulture, ki jih je treba predstaviti. Kamena doba zajema precej dolgo obdobje, kjer znanje o tem obdobju temelji na arheologiji. To ponuja nekaj zelo posebnih možnosti uporabe v STEAM okvirju.

Očitno je, da je kamena doba umeščena v predmet zgodovina, vendar obdobje vsebuje toliko možnosti za interdisciplinarno učenje, ki so prikazane v spodnjem modelu:



Model prikazuje le nekaj načinov prilagajanja različnim področjem predmetov, kjer je izhodišče kamena doba. Zagotovo jih je še veliko, vendar obdobje kaže na svoj pomen ravno v tem, da se strokovna področja raztezajo drugo nad drugim, umetnost pa mora biti povezava s primeri v sedanosti. Podnebne spremembe so zelo aktualne in področje, s katerim se učenci pogosto srečujejo.

Kako se približati kameni dobi?

Ključna beseda pri tem je motivacija z identifikacijo, praktičnimi aktivnostmi in uporabo STEAM pristopov. Tehnike kamene dobe so med učenci in večino učiteljev pogosto zelo malo znane! Pomembno je- če je mogoče- imeti nekaj primerkov/kopij, ki jih učenci lahko vidijo, se jih dotaknejo, vonjajo ali poskusijo. Predvsem pa je pomembno, da se lahko identificirajo – povežejo s temo.

Poučevanje o kameni dobi lahko začnemo na veliko načino, vendar je koristno začeti s tem, kar najboljše poznajo: z njimi samimi in nato narediti primerjavo z ljudmi iz kamene dobe. Na tej točki moramo primerjave podpreti z raziskavami.

Aktivnost 1: Človek kamene dobe – uvodna zgodba

Glavno področje: Zgodovina, Znanost, Biologija

Ostala možna področja: Fizika, Vizualna umetnost, pisanje na podlagi arheoloških dejstev

Starost učencev: Od 10 do 17 let

Potrebne veščine: Kronologija, poznavanje mezolitika, pridobivanje znanja po znanstvenih metodah. Vidijo, kako se znanstvene metode, kot so DNK², metode datiranja, radiokarbonsko datiranje³ in druge znanstvene tehnike, ki se uporabljajo v muzeju.

Razvoj aktivnosti:

Učna aktivnost je pripovedna. Otroci spoznajo, kaj nam lahko pove okostje iz mezolitika, s katerimi metodami ugotovijo, kdaj je človek živel in kaj nam lahko pove otroški skelet.

Lobanja, prikazana na spodnji sliki, so poimenovali Hedegaard man. Na lobanji je razvidno, da je moški prejel več udarcev s topim predmetom. Čeprav je moral biti hudo

² DNA-analysis are opening for new knowledge about the ancient population and rewriting our history. DNA is often extracted from the teeth or bones if possible

³ Technique based on Carbon-14 decay to determine the age of organic materials. Glosbe.com



poškodovan, je treba opozoriti, da so se rane in poškodbe lobanje zacelile. Preživel je! Tudi lobanja je v primerjavi z današnjimi »modernimi« lobanjami precej debela. Trdne kosti so zastopane v tistih časih.

Učitelji ali vzgojitelji se lahko z učenci pogovarjajo o nekaterih dejstvih o ljudstvu Ertebølle, ki bi jih lahko zanimala:

- Povprečna višina ljudi iz kamene dobe je bila 153-155 cm za ženske in 166-168 cm za moške. Poskusite primerjati z višino učencev.
- Možgani ljudi iz kamene dobe so bili večji od možganov sodobnih ljudi - zakaj?
- Kako ali zakaj je Hedegaard⁴ človek dobil rane?
- Ljudje Ertebølle so morda imeli intoleranco za laktozo – kako smo mi postali tolerantni na laktozo?
- Morda imajo temnejšo kožo in modre oči – kako je naša koža postala svetlejša?



V lobanjo je treba izvrtati veliko majhnih lukenj, da dobimo malo več kot pol grama kosti. Rezultat datiranja z ogljikovim dioksidom 14 je pokazal, da je človek živel pred skoraj 10 000 leti in da so bile glavni del njegove prehrane kopenske živali.

**Photos: Kim Callesen/ Bjarne H. Nielsen
Vesthimmerlands Museum, Denmark**

⁴ The Hedegaard Man is displayed at Vesthimmerlands Museum, Denmark

Okostje je arhiv informacij o neki osebi. Metode, ki nas vodijo do informacij in jih uporabljajo arheologi:

- Analiza datiranja z radioaktivnim ogljikom ali ogljikom 14 nam poda informacijo o tem, kdaj ste živeli
- Vizualna opazovanja lahko pokažejo, ali je bilo okostje moški ali ženska
- Če je okostje popolno, je mogoče izmeriti višino osebe
- Če ste imeli kakšno poškodbo, na primer zlom roke
- Če ostane kakšna DNK, nam to lahko izda barvo kože, spol, barvo oči in nekatere bolezni
- Analiza radioaktivnega ogljika z ogljikom 13 nam pokaže, kaj ste jedli: koliko morske, rastlinske ali hrane kopenskih živali
- Zapestje pokaže, ali ste imeli dovolj hrane ali ste katero obdobje življenja stradali
- S stroncijevo-izotopsko analizo⁵ zob pokaže, kje je oseba živela - ko se je rodila, kot najstnik in kje se je postarala – če se je
- Če je ostal kakšen las, lahko analiza izotopov stroncija pokaže, kje je oseba bila. Lasje rastejo približno 1 cm vsak mesec. Če so lasje dolgi 30 cm, nam to prikazuje 30-mesečno obdobje, kjer ga je oseba preživela.

Za praktičen in preprost uvod lahko učence vprašamo: Katero zgodbo pripoveduje vaše okostje? Nariši ali napiši. Učitelj lahko zgodbe postavi na steno in vpraša učence, če želi kdo od njih povedati delček svoje zgodbe.

⁵ Strontium Isotopic analysis: Strontium isotopic ratios are widely used as tracers in geological processes and as indicators of provenance in an archaeological context. ... Archeologists use the isotope ratios of strontium to determine residential origins and migration patterns of ancestral humans. The human body incorporates Sr by way of diet.

www.cals.uga.edu

Aktivnost 2: Izdelovanje vrvic in nakita

Glavno področje: Zgodovina, tehnologija, znanost

Ostala možna področja: Matematika, biologija, vizualna umetnost, sodelovanje, praktično učenje zgodovine.

Starost učencev: Od 6 do 17

Potrebne veščine: Uporaba zgodovine, zvijanje, reševanje problemov, sodelovanje

Otroci s posebnimi potrebami: Da, aktivnost je zelo prilagodljiva



Razvoj aktivnosti:

Učenci se naučijo izdelati vrvico iz rastlinskih vlaken in bisere iz češnjevih koščic ali školjčnih lupin, kar lahko uporabijo za izdelavo ogrlice ali zapestnice.

Ta dejavnost je odlična za uvod v tehnike kamene dobe. Preizkušena je bila pri učencih različnih starosti in vrst. Dobro deluje tudi pri otrocih s posebnimi potrebami, ker gre za zelo specifično nalogo, ki ni preveč zapletena in z njo hitro dobimo zelo lep rezultat. Kaj so počeli otroci v kameni dobi? Pravzaprav ne vemo! Če pa preučujemo navade domorodcev, otroci pogosto sodelujejo z odraslimi v vsakdanjem življenju in se učijo obrti. Mogoče so zvečer, ko so sedeli ob tabornem ognju, izdelovali vrvico. Vrvico so lahko uporabili kot ribiško vrvico, da so lahko kaj zavezali, ali pa jo preprosto uporabili kot nekakšno zapestnico ali ogrlico.

Vrvica je lahko narejena iz živalskih kit, kože ali različnih rastlinskih vlaken. Pri tej dejavnosti uporabljamo rastlinska vlakna.

Rastlinska vlakna iz: koprive, robide, različnih vrst trave, lubja iz lesa vrbe ali lipe ali preprosto palmovega ličja (rafija), ki je poceni in ga zlahka najdemo v supermarketih ali rastlinskih centrih.

Ko si usposobljen izdelovalec vrvic. Zabavno je izdelati lasten material, vendar zahteva znanje o različnih rastlinah, kdaj jih nabirati, kako jih sušiti in kako izdelati vrvico.

Ko učenci združijo dve vrvici, je očitno, da izdelujejo kos nakita v obliki zapestnice ali ogrlice. Lahko naredijo biser iz školjke, tako, da jo pobrusijo ob kamnu. Iz češnjeve koščice je tudi mogoče izdelati biser. Povsem preprosto je: češnjevo koščico morate le zmočiti in jo z dveh strani obrusiti, dokler se sredica ne pojavi kot krog, ki ga lahko izločite



s koščkom kremena ali paličico.

Zanimiva izkušnja je videti, kako učenci dojemajo češnjevo koščico in kako se to dojemanje spreminja. Dandanes je češnjeva koščica košček smeti, ki ga zavržemo. Z izdelavo čudovitih biserov pa tisto, kar je bilo nekoč odpadek, nenadoma postane dragocen vir!

Izdelava vrvice je morda videti kot preprosta dejavnost, vendar za uspeh zahteva znanje, tehnično iznajdljivost, ustvarjalnost in logično razmišljanje. Pomembno je, da uspe prvič, kar zagotavlja preprost potek dela.



Zapestnice z biseri iz češnjevih koščic in lupino školjke.

Vrvice so narejene iz lipovega ličja.

Zadaj: Surovina, pridobljena iz lipovega lubja s 7-mesečno fermentacijo.

Photo: Kim Callesen, Vesthimmerlands Museum, Denmark

Biseri iz češnjevih koščic od blizu.

Photo: Kim Callesen, Vesthimmerlands Museum, Denmark



Poleg tega je to družabna dejavnost, kjer so učenci enakopravni, saj je to za vse nova veščina in kjer imajo korist medsebojne pomoči. Učenci spoznajo nekaj posebnega, da obvladajo majhno veščino, ki jim krepi samozavest.

Omeniti velja, da se pogled učencev na rastline pogosto spremeni z omenjeno aktivnostjo. Sprva se kopriva pogosto dojema kot neprijetna rastlina, plevel, ki se ga je treba znebiti. Ko pa se zavemo, da je uporabna, se spremeni v rastlino, ki jo cenimo in zanjo skrbimo, ker nenadoma postane pomemben vir. Spoznanje postane večje, ko to ugotovijo učenci sami.



Aktivnost 3: Vzorci kamene dobe

Glavno področje: Zgodovina, vizualna umetnost, matematika, znanost

Ostala možna področja: tehnologija, biologija

Starost učencev: Od 9 do 17

Potrebne veščine: Kronologija, antična umetnost, pigmenti in izdelovanje barv, simboli, geometrija



Razvoj aktivnosti:

Učenci bodo spoznali prvo grafično izražanje v naši kulturi, kar so bili pogosto geometrijski vzorci, živali ali simbolni izrazi. Učenci morajo poskušati izdelati barvni pigment, mešati barve in podati svoj umetniški kamenodobni izraz.

Hkrati pa obstajajo različne vrste vzorcev v obliki črt ali geometrijskih oblik: poznani so diamanti, krogi ali trapezni vzorci.



Prikaz poskusov z barvo iz različnih vrst peska, pomešanega z rastlinskim oljem ali jajcem.

Photo: Kim Callesen, Vesthimmerlands Museum, Denmark

Prikaz naprednega vzorca iz katrana na kopiji vesla iz kulture Ertebølle. Poskusi kažejo, da vzorec ni bil naslikan, ampak natisnjen iz žil lesa v zapletenem postopku, ki je skoraj čarovnija).

Photo: Kim Callesen, Vesthimmerlands Museum, Denmark



Oglje, oker, posušena glina, kreda ali žgana prst se zdrobijo s kamni in pomešajo z vodo, rastlinskim oljem ali jajci. Barvo lahko nanašamo s prsti, perjem, koščki lesa, cvetnimi stebli ali cevastimi kostmi.



Primer 2: Matematika in antična Grčija



V številnih starodavnih civilizacijah so nepoznane dogodke, kot so potresi, vulkanski izbruhi ali druge naravne nesreče, razlagali izključno s pomočjo vere. Grki so bili ena prvih civilizacij, ki je z logiko, razumom in znanostjo poskušala razumeti, zakaj se dogajajo določeni dogodki v njihovem okolju. Starogrškim znanstvenikom so pripisali številne izume in odkritja, zlasti na področju astronomije, geografije in matematike.

Grki so razvili filozofijo kot način razumevanja sveta okoli sebe, ne da bi se zatekli k religiji, mitom ali čarovništvu. Zgodnji grški filozofi, na katere so imeli vpliv Babilonci in Egipčani, so bili tudi znanstveniki, ki so opazovali in preučevali znani svet – Zemljo, morja in gore, pa tudi sončni sistem, gibanje planetov in nebesne pojave.

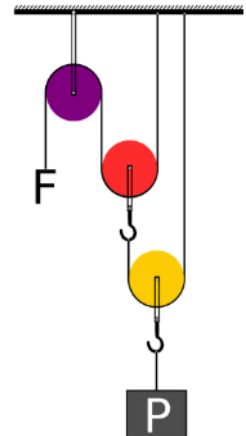
Astronomija, ki se je začela z organizacijo zvezd v ozvezdja, je bila uporabljena v praktične namene za določitev koledarja. Grki so:

- Ocenili velikost Zemlje
- Ugotovili, kako deluje škripec in vzvodi
 - Študirali lom in odboj svetlobo ter zvoka



V medicini so:

- Raziskovali, kako delujejo organi
- Študirali, kako napredujejo bolezni
- Se naučili sklepati iz opazovanj



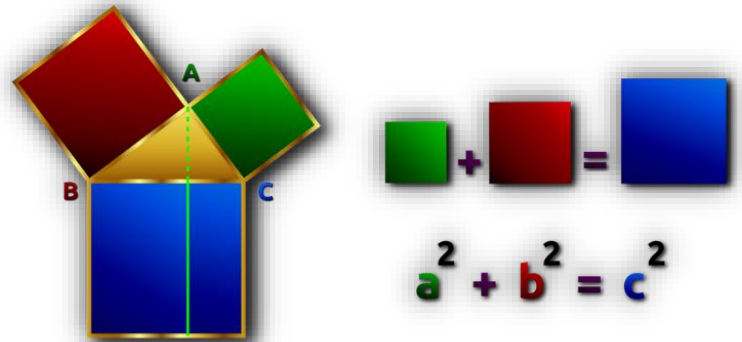
Njihovi prispevki na področju matematike so presegli praktične namene.

Številna odkritja in izume starih Grkov uporabljamo še danes, čeprav so bile nekatere njihove ideje ovržene.

Znani znanstveniki Antične Grčije:

- Pitagora s Samosa (6. Stoletje pr.n.št.)

Pitagora je spoznal, da kopno in morje nista statična. Kjer je zdaj kopno, je bilo nekoč morje in obratno. V glasbi je z nategnjeno struno proizvajal določene note v oktavah. Na področju astronomije je Pitagora morda mislil, da se vesolje dnevno vrti okoli osi, ki ustreza osi Zemlje. Najbolj je znan po svojem pitagorovem izreku.



Pythagorean theorem

- Hipokrat s Kosa (okoli 460-377 pr.n.št.)

Hipokrat je raziskoval človeško telo in odkril, da obstajajo znanstveni razlogi za obstoj bolezni.

- Aristotel (iz Stagire) (384–322 pr.n.št.)

Aristotel je trdil, da mora biti Zemlja v obliki krogle. Koncept Zemlje v obliki krogle se pojavi v Platonovem Fedonu, vendar Aristotel idejo dodela in oceni velikost.

- Tales iz Mileta (okoli 620 - 546 pr.n.št.)

Thales je bil geometer, vojaški inženir, astronom in logik. Izumil je abstraktno geometrijo, vključno s pojmom, da je krog prepolovljen s premerom in da so osnovni koti enakokrakih trikotnikov enaki.

- Arhimed iz Sirakuze (okoli 287-212 pr.n.št.)

Arhimed je odkril uporabnost vrtilšča in vzvoda. Začel je meriti specifično težo predmetov. Pripisujejo mu, da je izumil tako imenovani Arhimedov vijak za črpanje vode, pa tudi motor za metanje težkih kamnov v sovražnika.

- Evklid iz Aleksandrije (okoli 325-265 pr.n.št.)

Evklid je mislil, da svetloba potuje v ravnih črtah ali žarkih. Napisal je učbenik algebre, teorije števil in geometrije, ki je še vedno aktualen.

- Eratosten iz Cirene (okoli 276-194 pr.n.št.)

Eratosten je naredil zemljevid sveta, opisal države Evrope, Azije in Libije, ustvaril prvo vzporednico zemljepisne širine in izmeril obseg zemlje.

Aktivnosti o Arhimedovi rešitvi

Sirakuški kralj Hiero je Arhimeda prosil, naj ugotovi, ali je zlati venec, ki ga je izdelal Hierov zlatar, resnično čisto zlato in ni pomešan s kakšno drugo zlitino. Kralj je sumil, da je njegov zlatar poneveril nekaj zlata. Če bi bil venec iz čistega zlata, bi imel določeno gostoto. Če bi bil narejen iz mešanice, bi bila gostota drugačna. Da pa bi našli gostoto venca, je treba določiti njegovo prostornino. To je bil problem, s katerim se je soočil Arhimed.

Zgodba pravi, da se je Arhimed odločil za toplo kopel, da bi si sprostil um in našel rešitev za ta problem. Ko je opazil dvig vode ob vstopu v kad, je Arhimed nenadoma spoznal rešitev. Arhimed je bil tako navdušen, da je skočil iz kadi in stekel po ulici ter kričal:

"Eureka! Eureka!" kar pomeni "Našel sem!". Žal je bil tako navdušen, da se je pozabil obleči in je tako gol tekkel po ulicah!

Problem je rešil tako, da je venec postavil v posodo z vodo in izmeril premik vode. To bi lahko storili tako, da bi posodo napolnili do roba, venec postavili v vodo in nato izmerili, koliko vode se je prelilo iz posode.

Z merjenjem prostornine vode in mase venca je Arhimed lahko določil njegovo gostoto. Na žalost zlatarja je gostota venca pokazala, da ne gre za čisto zlato. Ker je ropal kralja, je bil zato najverjetneje kaznovan.

Aktivnost 1: Merjenje prostornine trdega predmeta

Glavno področje: Fizika

Ostala možna področja: Matematika, zgodovina, dediščina

Starost učencev: Od 10 do 17

Potrebne veščine: Računanje, uporaba meritev, uporaba naravoslovnih orodij

Razvoj aktivnosti:

Namen dejavnosti je, da učenci razumejo, kako izmeriti prostornino neravnega predmeta.

Učitelji zagotovijo trden predmet in prostorninski valj s tekočino. Upoštevajte nivo tekočine (tj. prostornino). Nato dajte predmet v tekočino in ponovno zabeležite nivo. Prostornina telesa bo enaka razliki končne in začetne ravni. Učenci morajo petkrat ponoviti postopek in

poiskati povprečno prostornino. V našem primeru se je volumen povečal s 400 ml na 420 ml. Tako je prostornina predmeta $420\text{ml} - 400\text{ml} = 20\text{ ml}$ ali $0,02\text{ lt}$ ($1\text{lt} = 1000\text{ml}$).



(a) Prostorninski valj s tekočino



(b) Prostorninski valj s tekočino in predmetom

Aktivnost 2: Merjenje čistosti predmeta

Glavno področje: Fizika

Ostala možna področja: Matematika, zgodovina, dediščina

Starost učencev: Od 10 do 17

Potrebne veščine: Računanje, uporaba formul, meritev, uporaba naravoslovnih orodij

Razvoj aktivnosti:

V tej dejavnosti bodo učenci ponovili Arhimedov poskus. Merili bodo čistost trdnih predmetov in gostoto trdnih predmetov, za katere poznamo gostoto. Gostota je običajno izražena v enotah gramov na kubični centimeter. Na primer, gostota vode je 1 gram (1 gr/ml). Gostota ledu je približno $0,92\text{ gr/ml}$.

Zakaj torej led plava na vodi? Snov plava, če je manj gosta ali ima manjšo maso na enoto prostornine kot druge komponente v zmesi. Led plava na vodi, ker je približno 9 % manj gost od tekoče vode. Z drugimi besedami, led zavzame približno 9 % več prostora kot voda, tako da je liter ledu težek manj kot liter vode.

S tehtnico lahko izmerimo maso (težo) (m v gramih) predmeta. Nato lahko s ponovitvijo

prejšnjega primera izmerimo prostornino (V v ml) trdnega predmeta.



(a) Digitalna tehtnica



(b) Prostorninski valj s tekočino

Rezultat poskusa je izračun čistosti določenega predmeta.

Aktivnosti na podlagi Xenagore in Talesa

Merjenje višine predmetov, celo gorskih vrhov, je v antiki temeljilo na Talesovih izrekih v podobnih trikotnikih. Dva trikotnika sta podobna, če so vsi njihovi koti enaki. Po Talesovem izreku bodo podobni trikotniki imeli ustrezne stranice.

Prva znanstvena študija Xenagore (2. stoletje pr.n.št.) je temeljila na Talesovih izrekih. Izračunal je višino vrha zahodne gore Olimp, imenovanega Flambouros. Xenagora je uporabil nekakšno "dioptrijo" za merjenje višinskih razlik med tem vrhom in točko starodavnega templja Pitijskega Apolona, kjer se je nahajal. Tam, v starodavnem templju ob vznožju Olimpa, je izračunal višino vrha na 2479 m. Natančna višina je 2473 m, merjena s sodobnim orodjem. Torej je bilo odstopanje le 6m. Ta poskus je ohranjen v Plutarhovih besedilih.

Aktivnost 3: Merjenje višine stavbe

Glavno področje: Matematika, geometrija

Ostala možna področja: Zgodovina, dediščina

Starost učencev: Od 10 do 17

Potrebne veščine: Računanje, uporaba meritev, uporaba naravoslovnih orodij



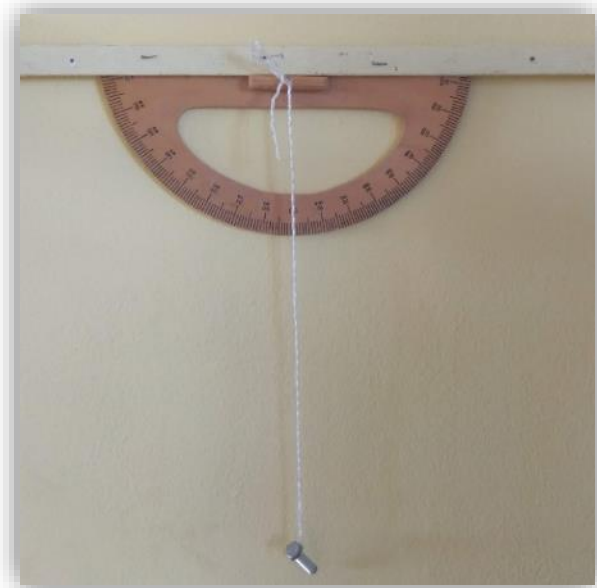


Razvoj aktivnosti:

Toda kako bi lahko uporabili ta dejstva za merjenje višine stavbe, na primer šole, ne da bi se povzpeli na njeno najvišjo točko? Z uporabo improviziranega sekstanta. V bistvu gre za goniometer, ki so ga v starih časih uporabljali za izračun kota, pod katerim je opazovalec gledal na točko.

Za izdelavo sekstanta potrebujemo ravno palico, navaden goniometer, vrvico in predmet, ki ga zavežemo na koncu vrvice, kot je prikazano na sliki.

Z uporabo tega improviziranega predmeta bo opazovalec Π ciljaj na vrh stavbe K , tako bomo našli kot φ , pod katerim vidimo vrh stavbe.



Učenci naj ciljajo na točko K iz točke Π . Kot θ , ki ga tvorita vrvica in les je, na primer, 60° , potem bo kot φ 30° , saj mora biti kot, ki ga tvorita vrvica in obzorje, pravi kot, to je 90° .

Primer 3: Tehnični izumi in rimski imperij

Rimska civilizacija se je pojavila okoli 700 let pred našim štetjem, ko so se začeli povezovati prebivalci majhnih kmečkih mest in vasi ob reki Tiberi. To je bilo stičišče različnih etničnih skupin, na katere so vplivali Etruščani, Feničani in Grki. Civilizacija, ki je nastala tam, je kasneje zavladala celotnemu Sredozemlju, Veliki Britaniji, večjim delom Evrope in Bližnjega vzhoda. Civilizacija je bila do 6. stoletja pr.n.št. organizirana kot monarhija, ki ji je sledila republika, leta 27 pr.n.št. pa se je spremenila v imperij. Cesarstvo je bilo v 4. stoletju našega štetja razdeljeno na zahodno in vzhodno polovico. Zahodni del je propadel leta 476 z vladavino Odoakra. Vzhodno cesarstvo je na drugi strani trajalo še skoraj 1000 let, razpadlo je leta 1453, po Osmanski osvojitvi Carigrada.

Danes je v Evropi mogoče najti več kot 600 večjih najdišč, kjer je mogoče videti ostanke rimske civilizacije (kot so ostanki mest, cest, mejnih postaj itd.).

V slovenskem izobraževalnem sistemu učenci spoznavajo rimsko civilizacijo v 7. razredu (12 let). Predstavljena je kot samostojna tema in kot del antične dobe. Učenci spoznavajo zgodovino civilizacije, življenje v tistem obdobju, napredek dobe, vpliv, ki so ga imeli Rimljani na slovenskem ozemlju in vpliv rimske civilizacije v poznejših obdobjih. V učnem načrtu britanskega izobraževalnega sistema učenci spoznavajo rimsko civilizacijo med 7. in 11. letom. Večina tem je povezanih z vplivom, ki ga je civilizacija imela na britanskih tleh. Rimljani so uspeli ustvariti izume, ki se uporabljajo še danes. Temeljne novosti, kot je razvoj rimskih števil, so omogočile lažje izračune, julijanski koledar pa boljšo organizacijo. Poleg tega je izum časopisa, poštnih storitev in vezane knjige povečal pretok informacij. Najbolj znani tehnični napredki rimskega obdobja so izum loka, ki omogoča gradnjo kompleksnih zgradb (kot so akvadukti, koloseji itd.), izum vodovoda, gradnja cest, uporaba betona in še veliko več. Z vojaškega vidika sta bila dva glavna napredka - uporaba **corvusa** (naprava za vkrcanje za pomorsko bojevanje) in **testudo** (pristop želve, ki je omogočal večjo zaščito bojne skupine pred izstrelki). Danes pri šolskem pouku učenci spoznavajo napredek Rimljanov večinoma pri urah zgodovine. Edino srečanje z rimskimi napredki pri predmetih STEAM je učenje rimskih števil kot del učnega načrta matematike. Ker imajo Rimljani veliko izumov, ki jih je mogoče uporabiti in predstaviti v učilnicah, je bilo pripravljenih nekaj primerov STEAM dejavnosti, ki jih lahko izvajate v šoli ali muzeju.

Aktivnost 1: Uvod v rimske številke

Glavno področje: Aritmetika, algebra

Ostala možna področja: Zgodovina

Starost učencev: Od 6 do 10

Potrebne veščine: Poznavanje osnovnih števil in nekaterih zgodovinskih datumov

Razvoj aktivnosti:

Učenci se najprej seznanijo s pojmom rimskih števil. Poskusite se spomniti nekaterih

pomembnih datumov v zgodovini in jih zapisati z rimskimi številkami. Kasneje naj bi vsakemu študentu dodelili en zgodovinski datum. Na tablo naj ga zapišejo z rimskimi številkami. Drugi učenci naj poskušajo ugotoviti, kateri dogodek predstavlja ta datum. Da bo celoten proces nekoliko bolj zanimiv in aktiven, lahko učenci namesto table in krede uporabijo palice, zobotrebce ali svinčnike, s katerimi lahko na ravni površini sestavijo željeno številko.



Rimske številke, zapisane z lesenimi
sladolednimi palčkami

Fotografija: GoINNO, 2021

Aktivnost 2: Gradnja rimske ceste

Glavno področje: Mehanika

Ostala možna področja: Zgodovina

Starost učencev: Od 7 do 11

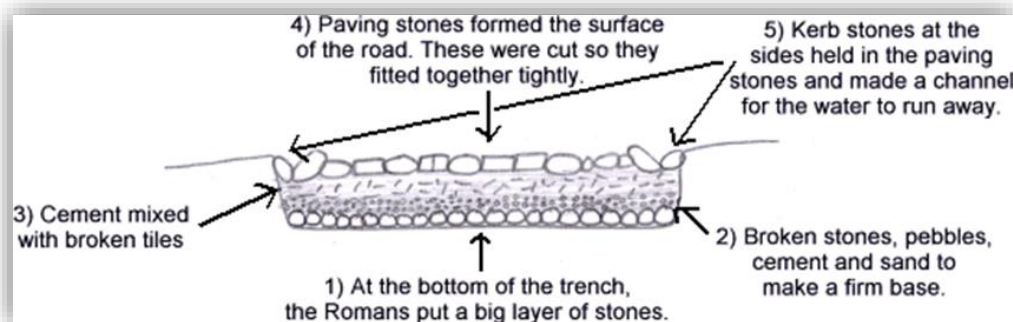
Potrebne veščine: Razumevanje pomena povezovalne infrastrukture (ceste) in osnovni principi statike.

Razvoj aktivnosti:

Učence najprej seznanimo z zgodovino, vlogo in pomenom cest v rimskem imperiju. Kasneje jim pokažemo še preproste načrte rimskih cest. Nato lahko z naslednjimi materiali zgradijo manjši model rimske ceste. Potrebujemo:

- Škatlo za čevlje,
- večnamensko lepilo,
- pesek,
- ploščate kamenčke, manjše pribl. 2 x 2 cm in večje pribl. 6 x 2 cm in
- mavec.

Učenci naj najprej namažejo lepilo na dno škatle za čevlje, jo prekrijejo s peskom in otresejo presežek. Ta plast predstavlja tla. Nato učenci nanesejo še eno plast lepila in peska z drobnimi kamenčki ter jo prekrijejo z drugo plastjo peska in drobnih kamenčkov. Nato zmešajo omet in na prejšnji sloj dodajo debelo plast ometa, na katero čim tesneje skupaj položijo večje, bolj ploščate kamenčke. Učenci naj jih položijo tako, da med njimi ostanejo čimmanjše vrzeli.



Profil rimske ceste (Warner, n.d.)



Model rimske ceste, zgrajen iz lepila, mavca, peska in kamenčkov

Photo: Weird, unfocalized homeschoolers, 2021

Aktivnost 3: Naredi svojo rimsko oljno svetilko

Glavno področje: Kemija

Ostala možna področja: Gospodinjstvo

Starost učencev: Od 7 do 8

Potrebne veščine: Razumevanje pomena rimskih izumov in njihovega učinka na vsakdanje življenje.

Razvoj aktivnosti:

Učenci lahko uporabijo glino, kos krpe ali blaga za stenj in kuhinjsko olje ali ali drugo vrsto olja kot gorivo za oljno svetilko. Učenci najprej naredijo majhen lonec iz gline. Raztegnejo

in preluknjajo eno od stranic, tako, da lahko le majhna količina olja naenkrat napolni polico na zunanji strani lonca, stenj pa lahko doseže notranjost lonca. Lonec lahko tudi okrasijo in ga nato pustijo, da se posuši. Lonec lahko tudi spečemo, če vrsta gline to zahteva. Lonec nato napolnijo z gorivom, v režo vstavijo stenj in prižgejo njegov konec. Postopek lahko izboljšamo z debelejšim stenjem, različnimi izvedbami lonca in različnimi vrstami goriva. Svetilka naj se uporablja le pod nadzorom odrasle osebe.

Primer rimske oljne svetilke

Photo: Albi, 2019



Aktivnost 4: Naredi svoj akvadukt

Glavno področje: Fizika

Ostala možna področja: Zgodovina in mehanika

Starost učencev: Od 7 do 8

Potrebne veščine: Osnovno poznavanje pomena oskrbe z vodo, javne infrastrukture in pomembnost vode za naš organizem ter njeno uporabo v našem vsakdanjem življenju.

Razvoj aktivnosti:

Učence najprej spoznamo s pojmom akvadukta in se pogovorimo o njegovi funkciji, izgradnji in težavah, s katerimi so se soočili prvi inženirji, ko so jih gradili (razprava o dinamiki tekočin). Učenci naj dobijo naslednje potrebščine:





Učenci naj uporabijo plastično folijo za prekrivanje kartona, ki ga bodo kasneje uporabili kot kanal za vodo. Učencem damo popolno svobodo pri načrtovanju izgradnje akvadukta, spodbudimo jih k uporabi obokov in kompleksnih struktur. Kasneje se skupaj pogovorimo o pomenu oskrbe z vodo za našo družbo.



Primer sestavljenega akvadukta

Photo: The Kid Should See This, n.d.

Primer 4: Gradnja in meritve v dobi katedral

Srednji vek ali srednjeveško obdobje je obdobje zgodovine, ki sega približno od 500 do 1500 našega štetja, med antiko in modernim časom. Dejansko se je srednji vek za večino evropskih držav začel po padcu rimskega imperija in končal po odkritju novega sveta. Vse evropske države so bile v tem obdobju prizadete, vsaka ob svojem času.

Med 5. in 15. stoletjem je bila za srednjeveško arhitekturo značilna gradnja večjih vojaških in civilnih objektov.

V tem obdobju so se osnovalе družbe na podlagi različnih religij, predvsem krščanske (protestantske, pravoslavne, katoliške, judovske ...) pa tudi muslimanske vere – predvsem v Španiji.

V zahodni Evropi je bila družba pretežno krščanska in jo je organizirala katoliška cerkev, v vzhodni Evropi pa so po razkolu leta 1054 našega štetja prebivalstvo usmerjale pravoslavne cerkve. Po karolinški umetnosti se je razvila romanska in nato gotška umetnost, ki je prekrila Evropo s spomeniki, ki pričajo o veri prebivalstva. Zgrajenih je bilo veliko katedral, na primer katedrala Notre Dame v Parizu.



Credits: Wikipedia Common



Zaradi potrebe po izpolnjevanju novih zahtev in novih metodologij so se v poznem srednjem veku razcvetela nova mesta. To je zahtevalo več dejavnikov:

- demografski: povečanje prebivalstva
- gospodarski in trgovinski: povečanje izmenjave zaradi trgovanja
- notranjepolitični: vzpostavitev kraljeve oblasti in organiziranje družbe, hkrati pa zagotavljanje varnosti prebivalstva.

Srednjeveške znanosti, ki temeljijo na poučevanju in pisanju, so razširile znanje antičnih znanosti. To stalnico je mogoče opaziti v tehnikah, ki temeljijo na praksi in ročnem delu. V tem obdobju je prišlo do pomembnega tehnološkega napredka, vključno z uporabo smodnika in astrolaba, izumom teleskopov, znatno izboljšavo vodnih mlinov, gradbenih tehnik, kmetijstva, ur in čolnov ...



Credits: Wikipedia Common

Pri pouku zgodovine francoski učenci preučujejo to zgodovinsko obdobje v starosti od 12 do 13 let. V temo so vključene družba, cerkev in politična oblast na fevdalnem zahodu 11.-15. stoletja.

V disciplinah STEAM obdobje lahko povežemo s poukom matematike (prostor in geometrija) za 12–15-letne učence.

Aktivnost 1: Delavnica s črtami

Glavno področje: Geometrija, arhitektura

Ostala možna področja: Zgodovina, dediščina

Starost učencev: Od 10 do 15

Potrebne veščine: Uporaba matematičnih meritev/poznavanje osnovnih geometrijskih likov

Razvoj aktivnosti:

Guédelon v središču Francije je znanstveno, zgodovinsko, izobraževalno, turistično in družbeno mesto. Cilj je, da na mestu poustvarijo grad – njegov gradbeni proces in postavitve najdišča iz prve tretjine 13. stoletja.

Iz sezone v sezono se delavci Guédelona ukvarjajo s tem izjemnim izzivom. Vse se gradi s tehnikami, materiali in orodji, ki so bili na voljo v tistem času - od utrjene ograde in njegovih okvirjev do vseh prostorov v gradu... Grad poskušajo ponovno zgraditi pred očmi tisočih obiskovalcev, ki pridejo na ogled tega edinstvenega mesta na svetu.



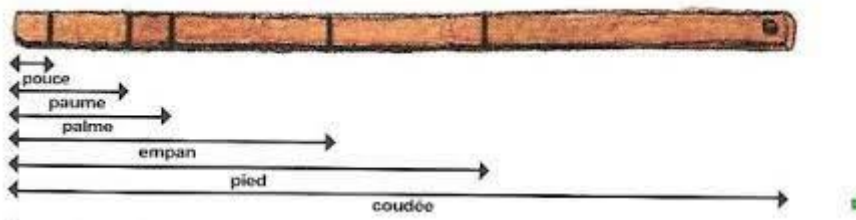
Vir: Guédelonski grad (Treigny, Francija), 19. avgust 2019, foto: Benoit Prieur



Kot delavnica za otroke je na voljo knjižica o merskih enotah v srednjem veku, ki ponuja preprost in igriv pristop k geometriji za ozaveščanje o uporabnih vidikih risanja in oblikovanja. Otroci v delavnici aktivno sodelujejo.

Srednjeveška merilna delavnica.

Učenci oblikujejo papirnato "palico" z lastnimi merami in vrvico s 13 vozli. Po kratkem uvodu se v prvem delu delavnice učenci ukvarjajo s srednjeveško meritvijo in glede na svoje dimenzije oblikujejo papirnato "palico".

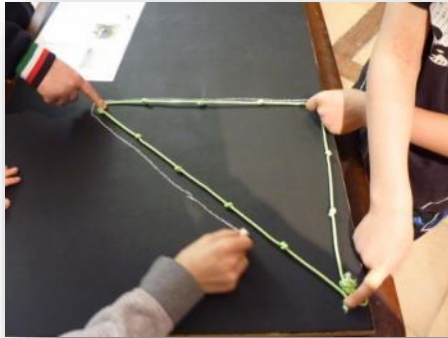


Nato učenci razpravljajo o različno oblikovanih "palicah": ali so enake?

Pravzaprav ne, ker so se vrednosti razlikovale od učenca do učenca in so zato meritve drugačne. Tako kot v srednjem veku so se vrednosti spreminjale od enega do drugega gradbenega mojstra, od regije do regije, od obdobja do obdobja, zato je vsak delavec prenašal mere gradbenega mojstra na svojo »palico«.

Učenci lahko zdaj oblikujejo skupno kartonsko "palico", kjer vsak prenese enake mere (na primer učiteljeve).

V drugem delu učitelj predstavi uporabo dolge vrvi s 13 vozli in prikaže meritve.



Predstavitev vrvi s 13 vozli.

Photo: Fermat Science



Učitelj razdeli učence v skupine po 3 ali 4, in jim poda pripravljeno vrv. Učenci preizkušajo in raziskujejo sestavljanje geometrijskih likov z vrvjo.

Na velikem listu papirja, razvitem na tleh ali na tabli, učenci z oblikovanim orodjem sestavijo geometrijske like.

Aktivnost 2: Graditelji katedral

Glavno področje: Zgodovina, arhitektura, dediščina

Ostala možna področja: Matematika

Starost učencev: Od 10 do 15

Potrebne veščine: Uporaba orodij za matematične meritve/poznavanje osnovnih geometrijskih oblik

Razvoj aktivnosti:

Ta dejavnost temelji na delu Pierra Bellengueza o zasledovanih katedralah.

Pierre Bellenguez, navdušenec nad srednjeveško arhitekturo, živi v Franciji, kjer vodi agencijo za razvoj računalnikov. Kot samostojni raziskovalec že nekaj let raziskuje skrivnostno arhitekturo katedral in gotsko geometrijo na nov način. Delo, ki ga je zapisal po večletnem raziskovanju in dveh turnejah po Franciji, je objavljeno v knjigi Les cathédrales retracées.

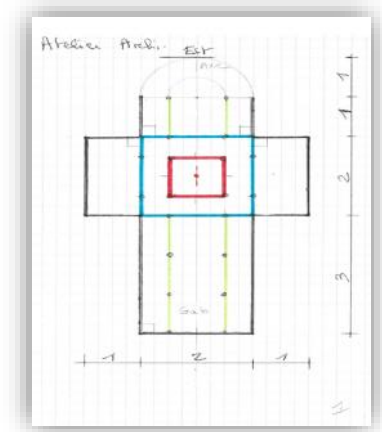
Cilj te dejavnosti je narisati načrt katedrale s srednjeveškim orodjem.

Najprej učenci odkrijejo in spoznajo vrv s 13 vozli: koliko razmikov je potrebno za 13 vozlov?

Učitelj jih nato prosi, naj sestavijo kvadrat, pravokotnik, enakokraki trikotnik.

Nato morajo narisati katedralo: označiti os katedrale, narisati načrt ...

In končno še zadnji korak, gradnja: na podlagi načrta, ki je bil narisani v drugem koraku, morajo učenci na svoj način zgraditi »katedralo« iz lesenih desk tipa KAPLA[®]. Prvi cilj je doseči skladno konstrukcijo in trdnost (iskanje učinkovitega sistema gradnje s KAPLA[®]), drugi pa doseči harmonično in izvirno celoto na estetski ravni.



Aktivnost 3: Okna iz večbarvnih stekel-vitraž in rozete

Glavno področje: Zgodovina, geometrija

Ostala možna področja: Matematika

Starost učencev: Od 7 do 18

Potrebne veščine: Poznavanje in oblikovanje geometrijskih oblik / Podajanje navodil

Razvoj aktivnosti:

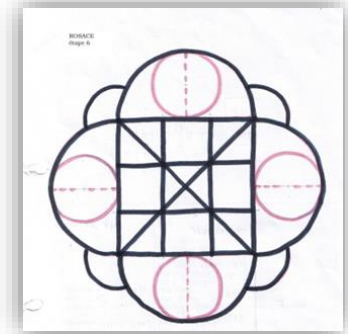
Vitraž je plošča iz kosov stekla, običajno obarvanih, sestavljenih in postavljenih tako, da tvorijo dekoracijo. Običajno jih najdemo v cerkvah, katedralah, na pokopališčih itn. Za risanje nekaterih vzorcev lahko učenci uporabijo orodja, ki smo jih spoznali v prejšnjih aktivnostih: vrv s 13 vozli in "palica".

Fermat Science predlaga to aktivnost. Učenci morajo izbrati figuro in jo izdelati po načrtu za sestavljanje.



Načrt morajo postaviti pod kos prozorne plastične plošče in s srebrnim markerjem prerisati vse črte.

Na koncu pobarvajo vsak del risbe na plastični plošči z barvnimi markerji.



Primer 5: Umetnost, znanost, tehnika in renesansa

Renesansa je obdobje ob koncu srednjega veka in začetku modernega časa. Odvija se na zahodu in je povezano s ponovnim odkrivanjem književnosti, filozofije in antičnih znanosti. Umetniška renesansa se je začela v Italiji v 14. stoletju in se nato razširila čez preostalo Evropo, zlasti v regije, ki so povezane s trgovino, in zahvaljujoč mecenom, ki so financirali umetnike, kot je Leonardo da Vinci.

Slogi in tehnike so se od države do države močno razlikovali, vendar je opaznih nekaj skupnih značilnosti: iskanje realizma, uporaba perspektive, uporaba svetlobe in novih tehnik. Zlasti znanost in matematika imata svoje mesto v tej umetniški evoluciji.

Mešanice, ki so jih umetniki naredili med umetnostjo in znanostjo, da bi ujeli realnost in posnemali naravo, omogočajo inovativne pristope in napredek. Slikarji in arhitekti so izumili metode reprezentacije v perspektivi. Slike Leonarda da Vincija temeljijo na praksi seciranja in anatomskem znanju. Johannes Kepler je z ravnilom in šestilom vzpostavil povezavo med sozvočji in gradbenimi poligoni. Matematik Jacques Peletier du Mans je izumil "znanstveno poezijo" ...



L'amour des Amours, knjiga, ki v Franciji odkriva žanr "znanstvene poezije"

Renesančna znanost in tehnike so tudi velika odkritja v zgodovini družbenega, kulturnega in tehničnega razvoja srednjeveške Evrope. Prav to obdobje je omogočilo, da so se Evropejci podali na pomorske odprave svetovnega merila, imenovane Velika odkritja. Astronomijo je neposredno omogočila matematika 15. stoletja in tako je postala neodvisna od astrologije. Reševanje enačb tretje stopnje je Johannesu Keplerju omogočilo, da je izračunal vzpon Zemlje na Luni. Največji vpliv na sodobno znanost so imela astronomska odkritja Nikolaja Kopernika, Tycha Braheja in predvsem Galileja, ki je ob koncu 16. stoletja izumil teleskop in narisal prve zemljevide zvezd v sončnem sistemu.

Znanost kot disciplina znanja je tako pridobila svojo avtonomijo in svoje prve velike teoretske sisteme. To obdobje je bogato z opisi, izumi, aplikacijami in predstavitvami sveta.

Pri pouku zgodovine francoski učenci preučujejo to zgodovinsko obdobje v starosti od 12 do 13 let. Vključena je v temo: Preobrazbe Evrope in odpiranje v svet v 16. in 17. stoletju. V disciplinah STEAM ga lahko povežemo s poukom matematike za 12–15-letne učence.

Aktivnost 1: Renesančna umetnost in geometrija

Glavno področje: Umetnost, matematika

Ostala možna področja: Geometrija, zgodovina

Starost učencev: Od 13 do 15

Potrebne veščine: Uporaba prostora

Razvoj aktivnosti:

Zdi se, da matematika in umetnost pripadata dvema različnima načinoma razmišljanja, logiki in ustvarjalnosti. Ker naj bi umetnost izražala čustva, matematika pa dejstva in misli, bi lahko zaključili, da nista povezani. Vendar so se številni umetniki odločili, da bodo pri svojem delu študirali matematiko. Izboljšanje, ki bi ga geometrijsko znanje lahko prineslo umetniškim stvaritvam, je postalo neprecenljivo teoretično orodje v likovni umetnosti. Številni renesančni umetniki so preučevali perspektivo, poliedre in druge matematične koncepte, da bi dosegli bolj realistično predstavitev sveta.

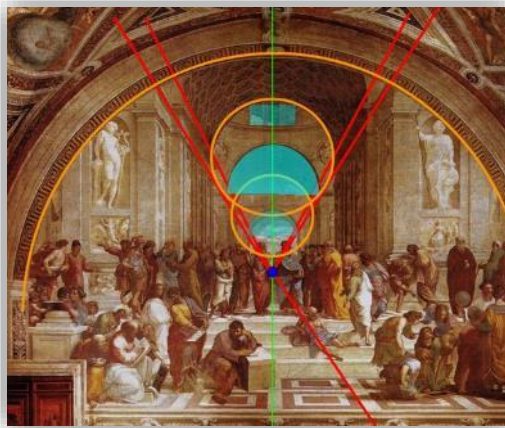
V tej vaji je izpostavljena renesančna umetnost, njeni vplivi in uporabnost matematike v umetniških in arhitekturnih delih. Obravnavana bodo dela nekaterih znanih umetnikov in arhitektov, ki so v renesansi spremenili perspektivo in dimenzije. Primarni cilj je odkriti matematične koncepte, skrite v renesančni umetnosti, z uporabo perspektivnih tehnik in zlatega reza. Učenci bodo raziskovali obe področji, risali bodo umetnost ali gledali predlagane slike, knjige ali video posnetke. Naučili se bodo osnov omenjenih matematičnih pojmov.

Študirana dela:

- Slikanje Atenske šole.

To monumentalno fresko je Rafael naslikal za papeževo palačo v Vatikanu v začetku 16. stoletja. Predstavlja mislece in učenjake grške in rimske antike, katerih spisi so bili oživljeni v času renesanse.

Učenci poskušajo prerisati risbe tako, da geometrijsko preberejo organizacijo slike s krogi različnih premerov.

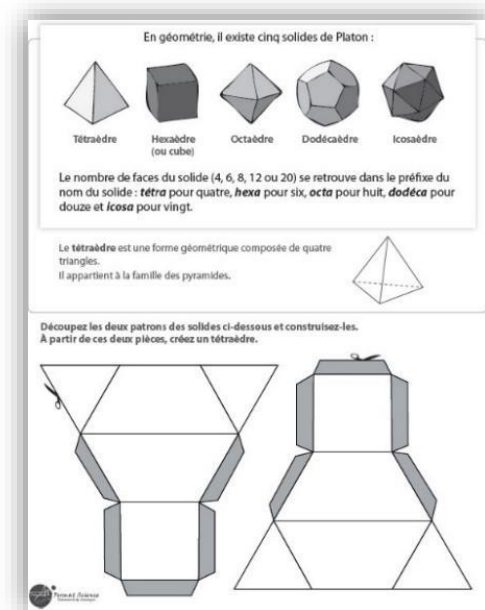


Lignes de fuite, torej ravne črte, ki so v smeri slikarjevega pogleda, se podaljšajo, dokler se ne srečajo na točki de fuite slike po pravilih osrednje perspektive. Točka de fuite je med dvema filozofoma Platonom in Aristotelom, kar nas vodi k pogledu na ta dva lika.

- Knjiga De divina proportione, ki jo je napisal Luca Pacioli, menih in matematik



Prvi del, ki obravnava zlati rez, ponazarjajo perspektivne predstavitve Leonarda da Vincija. Prikazanih je 60 poliedrov! Po ogledu načela zlatega reza lahko učenci odkrijejo poliedre in spoznajo njihove značilnosti. Na platonskih telesih je mogoče izvesti tudi igro head box.



Na koncu te aktivnosti bo učenec:

- razumel logični proces za umetnikovo uporabo linearne in zračne perspektive;
- razumel, kako se zlati rez uporablja v renesančni umetnosti;
- prepoznal platonsko trdno snov in vedel, kaj je polieder.

Projekt ERASMUS+, ki predlaga aktivnosti na to temo, je na voljo tukaj:

<https://artofmaths.eu/>

Druga pedagoška aktivnost na to temo je razstava La perspective à la Renaissance (Perspektiva v renesansi), ki jo je na spletu predlagal Institut de recherche sur l'enseignement des mathématiques de Limoges (Francija).

Tri predstavitve (v obliki slike A4 format) so povezane s temo perspektive v renesansi:

- Zgodovina perspektive;
- osrednja perspektiva;
- Nekatera renesančna dela, ki jih je reproduciral Reg ALCORN.

Razstavo lahko prenesete tukaj: <http://www.irem.unilim.fr/les-maths-vues-par-un-artiste/convergences/renaissance/>.

Aktivnost 2: Leonardo da Vinci

Glavno področje: Zgodovina, arhitektura, dediščina

Ostala možna področja: Matematika, fizika

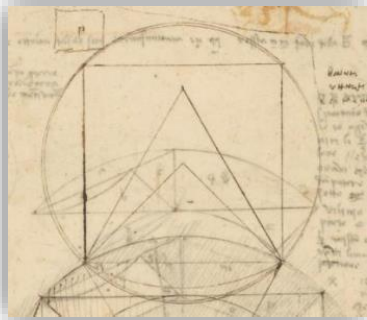
Starost učencev: Od 10 do 15

Potrebne veščine: Uporaba orodja za matematične meritve / poznavanje osnovnih geometrijskih oblik

Delavnica A: Geometrija v zvezkih Leonarda da Vincija

Skupino IREM iz Limogesa je zanimala "geometrija zvezkov Leonarda da Vincija", za pripravo učnih ur za učence, starejše od 10 let, o konstrukciji figur in pisanju gradbenih programov.

Učenci z veliko radovednostjo odkrijejo zapiske, ki jih je Leonardo da Vinci pustil na znamenitem **Atlantskem kodeksu**, da bi odkrili skrivnost njegovih konstrukcij.



Cilj je delati na krogu in kvadratu z izolacijo osnovnih figur iz razumnega opazovanja kompleksnih figur, narisanih v času renesanse.

Credits Wikimedia Common

Razvoj aktivnosti:

Cilj je delati na krogu in kvadratu z izolacijo osnovnih figur iz razumnega opazovanja kompleksnih figur, narisanih v času renesanse.

Učenci najprej preučijo geometrijske oblike, ki jih najdejo v dokumentu. Nato jih poskusijo z meritvami prerisati s pristopom poskusov in napak. Ko jim to uspe, jih učitelj prosi, naj napišejo gradbeni program. Nato lahko učenci reproducirajo sliko na računalniški programski opremi (kot je Geogebra).

Delavnica B: Padalo Leonarda da Vinci: odkritje in oblika

Učitelj sestavi različna padala, učenci pa ocenjujejo njihovo učinkovitost z opazovanjem padcev različnih padal. Pri dejavnosti se preučuje lastnosti zraka v STEAM-u.

Razvoj aktivnosti:

Učitelj mora najprej izdelati več modelov padal: z ali brez dimnika, z okroglimi ali pravokotnimi nadstreški po vzoru Leonarda Da Vincija ...

Preizkuša jih pred učenci, ki svoja opažanja zapišejo v tabelo.

Kakšne so prednosti in slabosti vsakega od njih?

Nato naj se učenci osredotočijo na padalo, ki ga je zasnoval Leonardo Da Vinci. Opazujejo ga in testirajo. Po opazovanju naj učenci s pomočjo učiteljev sestavijo padalo po navodilih za gradnjo.

Drugo delavnico na to temo lahko najdete v **Manoir du Clos-Lucé**, domu Leonarda da Vinci v Franciji.



Delavnica C: Igra z mostem Leonarda da Vinci

Most Leonarda da Vinci je sestavljen iz medsebojno povezanih kosov lesa: število in dimenzije elementov mostu so spremenljive, a določajo njegovo dolžino in višino.

Most Leonarda da Vinci je sestavljen iz medsebojno povezanih kosov lesa iz poljubnega števila in dimenzije elementov. **Credits Wikimedia Common**

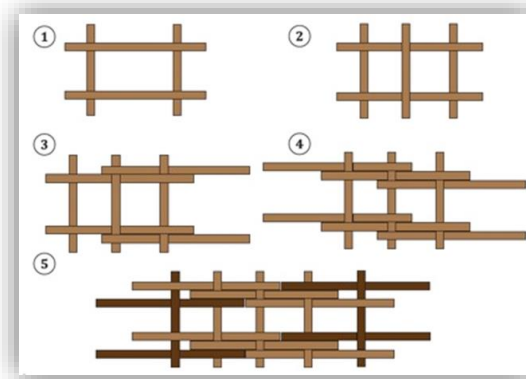


Namen delavnice je učence naučiti izgraditi most

Leonarda da Vinci med mizama, ki sta dva metra narazen.

Na voljo je več različnih materialov. Za manjše mostičke lahko uporabimo manjše lesene koščke, npr. palčke za sladoled. Mostove lahko zgradimo samostojno ali v parih.

Na naslednji sliki je prikazana izgradnja mostu iz najmanj 9 elementov (6 po dolžini in 3 po širini).



Credits science.lu

Da Vincijev most je stabilen zaradi trenja med posameznimi vgrajenimi konstrukcijskimi elementi.

Primer 6: Znanstvena odkritja v letih razsvetljenstva

Izraz razsvetljenstvo predstavlja obdobje v 17. in 18. stoletju, ki je vzkliko na temeljih renesančnega humanizma, reformacije in znanstvene revolucije, ki je bila na vrhuncu v začetku razsvetljenstva. Obdobje je bilo opredeljeno z idejami o suverenosti razuma, dokazih kot primarnih virih znanja in naprednih idealih, kot so svoboda, napredek, strpnost, bratstvo, ustavna vlada in ločitev cerkve od države. Ljudje so postali skeptični glede moči in vpliva cerkve in monarhije. Cerkev je začela izgubljati oblast z Vestfalskim mirom (1648). Zmanjševanje njenega vpliva se je nadaljevalo z ameriško razglasitvijo neodvisnosti in doseglo vrhunec s francosko revolucijo. Zadnja dva dogodka sta tudi zmanjšala moč monarhije.

Razsvetljenstvo je bilo obdobje velikih nasprotij. Medtem, ko je na eni strani naraščala podpora individualnim svoboščinam, je bilo hkrati tudi obdobje suženjstva, ki je predstavljalo eno najbolj donosnih gospodarskih dejavnosti tega obdobja¹⁴.

V slovenskem izobraževalnem sistemu učenci spoznavajo obdobje razsvetljenstva v 8. razredu (pri 13. letu). Učenci spoznajo splošne značilnosti obdobja, njegove predstavnike, vplive na slovensko ozemlje in vlogo v zgodovini ZDA. V Veliki Britaniji se učenci o tem obdobju učijo na 3. stopnji (starost od 11 do 14 let) in razpravljajo o temah, podobnim v slovenskem kurikulumu^{3,15}.

Znanstvena revolucija se je začela več kot sto let pred obdobjem razsvetljenstva, ki je bilo odziv ali posledica znanstvene revolucije. To je bilo obdobje, ko je znanost začela dobivati obliko, ki jo poznamo danes. Na podlagi napredka renesančne dobe so znanstveniki začeli opuščati deduktivni pristop (razlaga predpostavke množice) in prevzeli induktivni pristop v kombinaciji s sistematičnim eksperimentiranjem. Na ta način je to obdobje prineslo številna nova in pomembna znanstvena odkritja, ki so povzročila premik v načinu razmišljanja ali dožemanja sveta okoli sebe. Številni avtorji menijo, da je leto 1543 začetek obdobja. To je bilo leto, ko je Nicolas Copernicus objavil **De revolutionibus orbium coelestium** (O revolucijah nebeških sfer). Kopernik, Kepler in Galileo so bili glavni protagonisti pri promociji heliocentrične teorije. Z razbijanjem in preoblikovanjem temeljnega razumevanja položaja našega planeta v vesolju so odprli nišo za nadaljnje raziskovanje splošnih načel in pojavov. To nišo sta izkoristila Descartes in Newton, katerima je uspelo zagotoviti teoretično ozadje heliocentrične teorije, razložiti osnovna načela fizike, definirati pojem gravitacije in celo določiti obliko Zemlje (geoid).

To obdobje je prineslo napredek tudi na drugih področjih znanosti. Medicina se je izboljšala s popularizacijo anatomskega pogleda zaradi uporabe metode disekcije, ki je razširila znanje o človeškem telesu. Robert Boyle je postavil temelje za neodvisnost kemije od alkimije.

Drugi preboji so se dogajali tudi na področju optike (prvi teleskop - Galileo), elektrike (raziskave Roberta Boyla, Benjamina Franklina itd.), mehanike (prvi parni stroj) itd.

Učenci se s predmeti, kot so fizika in kemija, ki so del britanskega kurikulumu, začnejo spoznavati v 3. stopnji. Z znanstveno metodo se seznanijo že v 3. letniku. V slovenskem šolskem sistemu se učijo fiziko in kemijo v 8. in 9. razredu (12 - 14 let).

Aktivnost 1: Verižna reakcija

Glavno področje: Fizika

Ostala možna področja: Mehanika

Starost učencev: Od 9 dalje

Potrebne veščine: Osnovno poznavanje enostavne mehanike.



Razvoj aktivnosti:

Učenci naj poskušajo zgraditi dolge in zapletene verižne reakcije, ki bi služile kot zgled za spoznavanje sil, prenosa energije itd. Uporabljajo lahko poljuben material, ki je na voljo. Z Lego® kockami si lahko pomagajo pri sestavljanju bolj zapletenih členov v verigi. Učitelj naj nadzoruje proces in poskrbi, da učenci uporabljajo različne vrste energije (potencialne, kinetične, elastične, kemične). Procesu izgradnje naj sledi testiranje, optimizacija in razprava.



Primer verižne reakcije

Photo: Primary Science Teaching Trust, n.d.

Aktivnost 2: Padajoči predmet

Glavno področje: Fizika

Ostala možna področja: /

Starost učencev: Od 6 do 10

Potrebne veščine: Osnovna znanja preiskovanja in oblikovanja



Razvoj aktivnosti:

Učenci naj najdejo dvignjen položaj in opazujejo razliko v padanju različnih predmetov. Na predmet naj pritrdijo preprosto padalo, ga spustijo z istega mesta in opazujejo razliko v padcu. Dejavnost naj vodi učitelj, ki zagotavlja varnost (primerno mesto in uporabljeni predmeti) in ponudi teoretično ozadje, o katerem se razpravlja na koncu poskusa.



Aktivnost 3: Statična elektrika in električni tok



Glavno področje: Fizika, Električna

Ostala možna področja: Zgodovina

Starost učencev: Od 10 do 14

Potrebne veščine: Osnovne veščine opazovanja in deduktivnega sklepanja

Razvoj aktivnosti:

- Poskus 1: Statična elektrika

Učenci drgnejo plastično palico, glavnik za lase, balon itd. ob volneno krpo, da ustvarijo statični naboj. Približajo se toku vode, ki teče iz pipe (počasen, enakomeren tok) in opazujejo, kaj se dogaja. Eksperimentirajo lahko z večjim ali manjšim predmetom, več predmeti, močnejšim ali šibkejšim pretokom vode itd. Poskusu sledi pogovor in razlaga pojavov.



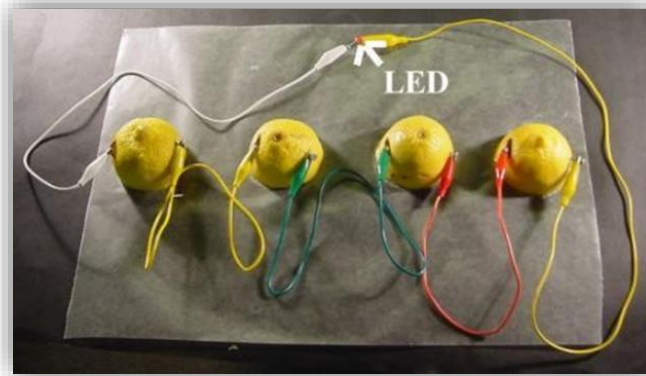
Naelektren balon ukrivi curek tekoče vode.

Photo: The Daily Observer, 2014

- **Poskus 2: Svetilka iz limone**

Učenci prilepijo po en bakren in cinkov žebelj na vsako stran 4 limone. Povezujejo limone na način, da je bakren žebelj ene limone povezan s cinkovim žebeljem druge in tako naprej. Ko so vse 4 limone povezane, na LED diodo povežemo prosti cinkov žebelj z ene strani in prosti bakreni žebelj z druge strani vrvice. LED lučka se prižge. Učenci naj poskusijo z uporabo različnih vrst sadja ali zelenjave, številom povezav itd. Po poskusu se učenci in učitelj pogovorijo, zakaj LED lučka posveti, kakšen je namen posamezne povezave itd.

Primer baterije iz limon (Photo: Hila – Projects, n.d.)



Zaključek

V prejšnjih poglavjih smo predstavili vrsto projektnih aktivnosti. Vsako poglavje vključuje nekaj zgodovinskih informacij, ki bralca popeljejo v določeno zgodovinsko obdobje. Nato so opisane aktivnosti po korakih, ki učencem pomagajo pri razvoju svojih veščin in razumevanju temeljev tehnologije ter ustreznih znanstvenih in kulturnih načel.

V prvem delu so bile predstavljene dejavnosti, ki se nanašajo na kameno dobo. Kamena doba se je med državami razlikovala. Ljudje na različnih območjih po svetu so razvili različne dejavnosti in kulturne predmete z uporabo primitivnih tehnik. Učne dejavnosti vključujejo med drugim ustvarjanje nakita in razumevanje vzorcev v artefaktih.

V naslednjem delu so predstavljeni poskusi, ki so jih prvotno izvedli slavni grški znanstveniki. Razdelek najprej predstavi nekatere najpomembnejše zgodovinske osebnosti

posameznega časovnega obdobja. Z Arhimedovimi poskusi, Talesovimi načeli in meritvami Ksenagore lahko učenci z ročno izdelanim orodjem z uporabo principov matematike, fizike in kemije izračunajo gostoto predmetov in višino zgradb.

V nadaljevanju govorimo o rimski civilizaciji. Inovacije, kot so rimske številke, julijanski koledar in izum poštnih storitev, so nekateri izmed dosežkov tega zgodovinska obdobja. Učenci se seznanijo z rimskimi številkami, zgradijo cesto in ustvarijo oljno svetilko. Vse te dejavnosti temeljijo na tehnikah, ki so jih razvili Rimljani.

Razdelek 5 se osredotoča na srednjeveško obdobje. Ker je bil srednji vek tudi obdobje verske pobožnosti, so projekti osredotočeni na katedrale in njihove dele ter proučevanje njihovih arhitekturnih vzorcev.

Naslednji razdelek obravnava tehnike umetnosti in znanosti v renesansi. Razpravlja o uporabi Raphaelovih del o simetriji in del Leonarda da Vincija. Učenci se naučijo, kako izgraditi določene predmete in skozi aktivnosti preučujejo dela teh umetnikov.

Na koncu je opisana doba razsvetljenstva. Čeprav je to bilo intelektualno in filozofsko gibanje, so v njej dosežena pomembna znanstvena odkritja. Električna in zakoni mehanike so nekatere od dejavnosti, ki jih opravljajo učenci.

Ključna sestavina izobraževanja STEAM je integracija. Namesto, da se vsak predmet poučuje samostojno, se je bolje osredotočiti na obsežne, projektne zasnovane in raziskovalne aktivnosti s poudarkom na interdisciplinarnem učenju. To je način, s katerim rešujemo probleme v resničnem svetu in je glavni poudarek dejavnosti, ki so predstavljene v tem poglavju.

Poglavje 3: Kaj pa digitalno?

1. Digitalizacija v formalnem in neformalnem izobraževanju

Današnje formalno izobraževalno okolje doživlja vrsto preobrazb. Po eni strani uporaba digitalnih tehnologij povečuje povezanost učencev. Po drugi strani pa sprememba metodoloških strategij spodbuja več učnih procesov s sodelovanjem. Naraščajoče zanimanje za križanje panog umetnosti, znanosti, tehnologije, inženiringa in matematike se ujema z več možnostmi za učenje (STEAM).

Poročilo Horizon »Projekt NMC Horizon« (Educause, 2018) opredeljuje in opisuje visokošolske trende, izzive in razvoj v izobraževalni tehnologiji, ki bodo verjetno vplivali na učenje, poučevanje in ustvarjalno raziskovanje.

Poleg prvotnih upov, ki jih vlagajo v digitalne medije, njihova uporaba v šolah postavlja nove zahteve za učenčeve možgane. Tablice in računalniki preobremenijo pozornost učencev, zato težje ločijo med relevantnimi in dodatnimi informacijami.

Učenci bodo morali postati bolj neodvisni in kompetentni, da bodo lahko izkoristili prednosti, ki jih ponujajo nove tehnologije. To bo zahtevalo bolj aktivno in sodelovalno poučevanje.

Digitalne naprave v šolskem okolju pogosto postanejo okorno breme za učitelje, saj je treba prilagoditi učni načrt in drugače pripraviti izobraževalne dejavnosti. Pretirana uporaba digitalnih naprav lahko povzroči frustracije, lahko se pa tudi izkaže z uspešnostjo v resničnih znanstvenih in tehnoloških poklicih, tudi pri mladih dekletih.

Formalno izobraževanje sledi posebnemu kurikulumu, tehnike neformalnega izobraževanja ne. Nujno je imeti študijski načrt in kurikulum, vendar je v primeru formalnega izobraževanja preveč rigiden, že ob majhnih spremembah pa se šolska uprava in učitelji običajno upirajo. Za neformalno izobraževanje je značilna fleksibilnost in je zato

bolj prilagodljivo potrebam in zanimanju učencev. S tem jim omogočimo samoizobraževanje, da ostanejo radovedni in sledijo svoji strasti.

V zadnjih letih smo priča neustavljivemu prebujanju tistega, čemur pravimo »kultura ustvarjalcev« ali natančneje prostorov digitalne fabrikacije in vseh aktivnosti, povezanih s tem konceptom. Vidimo lahko, da je skupna os, okoli katere se vrtijo, promocija, deljenje in razširjanje projektov, namenjenih omogočanju otrokom, da svoj razvoj "ustvarijo" v povezavi s tehnologijo ali ne, s poudarkom na oblikovanju in ustvarjalnosti. Prostori za ustvarjanje so prostori z nekaj orodji, kjer lahko ljudje stvari izdelujejo. Lahko so videti zelo različno, kot klasični tečaji v trgovinah, razredi tehničnega pouka, bolj ustvarjalni ali umetniško naravnani ali osredotočeni na računalniško oblikovanje, visokotehnološki, nizkotehnološki itn. Namen prostora je, da imajo ljudje na voljo orodja za izvedbo praktičnega učenja.

Neformalno izobraževanje običajno izvajajo organizacije, ki nimajo postavljenih togih okvirjev kot v formalnem izobraževanju, zato se uporaba digitalnih naprav pojavlja kot del dejavnosti, ki jih je treba razvijati. Mnoge od teh dejavnosti temeljijo na uporabi drugih orodij, ki zahtevajo uporabo računalnikov ali digitalnih naprav, da jih lahko ustvarimo ali upravljamo.

Izkušnje Trànsit Projectes nas pripeljejo do razmišljanja o pedagoških dejavnostih kot o procesih, kjer se tehnologija uporablja le kot drugo orodje, pri čemer poudarjamo metodologijo učenja za učenje.

Programi neformalnega izobraževanja mladim ponujajo neverjetne priložnosti, ki jim omogočajo, da razširijo svoje učenje, se potopijo v nova in vznemirljiva okolja ter se osredotočijo na svoja zanimanja.

Taka okolja so idealna tudi za razvoj dejavnosti, povezanih s šolskim učnim načrtom ali delom, ki predstavljajo izziv. Mladi porabijo veliko časa za delo na enem samem projektu ali izpopolnjevanje nabora veščin. Že hiter pogled na prostore, kjer razvijajo neformalne izobraževalne dejavnosti, nam pokaže, da se ne glede na izobraževalno okolje mladinsko usmerjeni ustvarjalni prostori in programi ustvarjalcev soočajo s podobnimi izzivi.

Projektno delo je sredstvo za ocenjevanje učenja in spretnosti, centri še vedno ugotavljajo, katere metode pomoči so najučinkovitejše, katera orodja uporabiti in kako najbolje zajeti delo, delo v teku in proces ustvarjanja. Ti neformalni programi združujejo skupine strastnih mentorjev, odločenih utreti pot mladim, da se učijo in rastejo.

Neformalno izobraževanje omogoča praktično, kinestetično in aktivno učenje. V članku »Učenje skozi izdelavo: nastajajoči in razširitevni načrti za pouk na fakulteti« (Trust, Maloy & Edwards, 2017) je pojasnjeno, da »proizvajalci lahko spremenijo nastavitve, kako poteka učenje (...) tako, da učencem omogočijo postati aktivni proizvajalci znanja in ne pasivni prejemniki informacij. S spodbujanjem kreativnega razmišljanja, oblikovanja in izražanja idej lahko ustvarjanje dejavnosti poveča angažiranost učencev, spodbuja reševanje problemov in sodelovanje ter spodbuja ustvarjalnost.

Proces učenja s pomočjo praktičnih dejavnosti ali kinestetičnega učenja je pogosto povezan z »boljšimi učnimi rezultati za vse učence«. Neformalni izobraževalni prostori omogočajo tovrstno učenje z izkoriščanjem »koncepta intelektualnega igrišča za navdih za globlje učenje z globokim spraševanjem«. To ponuja odlično priložnost za učenje »ob pravem času« ali učenje, povezano s konceptom.

Ta učni pristop dobro deluje tudi z "vidikom frustracije" in učenjem novih načinov razmišljanja in učenja. Frustracija v kombinaciji z motivacijo lahko deluje kot močno sredstvo za učenje, vendar pravočasno – ne prezgodaj, da učitelj ne reši težave, vendar ne prepozno, da se frustracija ne spremeni v nezainteresiranost.

2. Primeri STEAM / ZGODOVINSKIH AKTIVNOSTI, povezanih z digitalnimi vsebinami

Pojma dediščina in digitalno morda zvenita precej nasprotno, vendar obstajajo zanimivi primeri, ki kažejo, kako lahko digitalna orodja razložijo ali reinterpretirajo dediščino in jo naredijo bolj živo kot tisto, kar lahko beremo v knjigah. Spodaj sta prikazana dva primera, ki uporabljata digitalno tehnologijo - 3D tiskanje. Prva reinterpretira starodavne tradicionalne košararske tehnike, druga pa pojasnjuje, kako so bile določene stvari narejene v rimski dobi.

Primer 1: Re:Making Africa - Afriška ročno izdelana košara v kombinaciji z digitalnim 3D tiskom⁶

Ta dejavnost je kombinacija delavnice in dialoga v okviru aktivnosti razstave Making Africa v CCCB⁷ v Barceloni. Narejena je bila v sodelovanju med Maker Convent, CCCB v Barceloni in arhitektom Amirjem Gazitom⁸.

V Afriki se razširja inovacija, ki uporablja nova orodja za hitro izdelavo prototipov za reševanje lokalnih problemov z ustvarjalne perspektive. Ena izmed največjih značilnosti afriške celine povezovanje najstarejših tradicij z najnovejšimi tehnologijami.

Delavnica je zasnovana kot poskus, v katerem bomo združili tradicionalne afriške tehnike košararstva z aktualnimi digitalnimi metodami izdelave. Ideja je bila oblikovati, modelirati in 3D natisniti ter nato splesti košaro, ki združuje različne geometrije, materiale, teksture, vzorce in barve.



⁶ <https://conventagusti.com/maker/remaking-africa-artesania-digital/>

⁷ <http://www.cccb.org/ca/exposicions/fitxa/making-africa/213052>

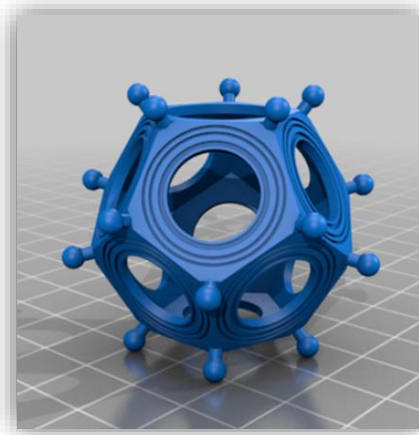
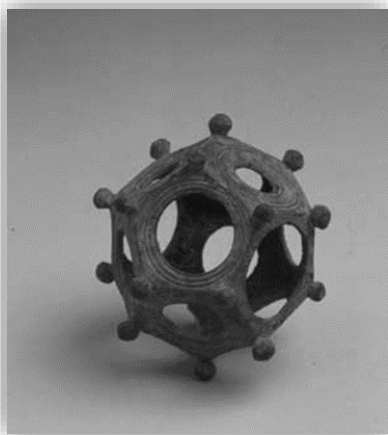
⁸ <https://www.amirgazit.net/>

Primer 2: Vezenje v rimskem imperiju - Kako izdelamo rokavice z rimsko tehnologijo

Rimski dodekaeder je predmet, ki ima najrazličnejše (in celo domišljajske) interpretacije svoje uporabe (Guillier et al., 2008, str. 269-289). Nekatere hipoteze so, da je to lahko geodetski inštrument, asperzor, svetilka, draguljarski pripomoček, mera, obloga za goupillone, merilnik za denarne dele, igrača ali bilboketi, žezla, igralna kocka, svečnik z več merilniki, mojstrovina mojstrstva ali celo element, ki ilustrira Pitagorejske teorije.

Ta predmet je visok 59 mm (položen), vendar le 48 do 52 mm od spredaj do zadaj; njegov največji premer je 74 mm in tehta 81 g. Ima dvanajst peterokotnih ploskev z 21 mm robovi, od katerih jih deset ima krožno odprtino, poudarjeno s koncentričnimi krogi, vgraviranimi v kovino. Premer teh odprtin je od 10,5 do 22 mm. Drugi dve ploskvi, brez koncentričnih krogov, imata ovalne odprtine (21x26 mm), na predmetu sta postavljeni nasproti, verjetno predstavljajo "vrh" in "dno". Vsako oglišče, na stičišču treh ploskev, je okrašeno z majhno kroglico s premerom približno 5 do 6 mm, privarjeno na telo dodekaedra.

Ta predmet iz zgodovine rimskega imperija je bil natisnjen s 3D tiskalnikom, dejavnost pa nam predstavi eno od možnih uporab tega neverjetnega predmeta: pletenje. Ta videoposnetek prikazuje, kako: <https://www.youtube.com/watch?v=76AvV601yJ0>.



Poglavje 4: Biti igralec v STEAM

1. Kdo lahko uči STEAM?

"Vloga učitelja je ustvariti pogoje za izum in ne zagotavljanja že pripravljenega znanja."
Seymour Papert

Po mnenju analitikov bo več kot 65 % današnjih učencev odraščalo s poklici, ki še ne obstajajo. Danes je bolj kot kdaj koli prej ključnega pomena, da pripravimo naše mlade na prihodnost in jim vlijemo samozavest, da izumijo svet, v katerem želijo živeti. V ta namen številne šole spreminjajo svoje učne načrte in si vse bolj prizadevajo za poučevanje ključnih veščin 21. stoletja, kot so znanost, tehnologija, inženiring, umetnost in matematika (STEAM), na interdisciplinaren način. V zadnjih šestih letih sta se STEAM in kodiranje pojavljala tako v formalnih kot v neformalnih izobraževalnih okoljih, kjer sta našla podlago za razvoj številnih izobraževalnih dejavnosti. S STEAM vsebinami lahko učiteljem pomagamo najti najboljše načine za razširitev svojih programov, da bi jih približali realnemu življenju učencev. Čeprav še naprej plujemo po negotovi prihodnosti, lahko računamo na to, da bo delo jutrišnjega dne neločljivo povezano s strokovnostjo na področjih STEAM. Samo pogledajte, kako hitro se STEAM uveljavlja.

Zakaj je pomembno, da imajo vsi naši učenci možnost sodelovati v STEAM izobraževanju?

Cilj STEAM izobraževanja ni spremeniti vsakega študenta v programerja ali inženirja. Svet potrebuje raznolikost, zanimanja učencev pa so različna. Zato je cilj dati vsakemu učencu priložnost, da spozna tehnologije, ki se uporabljajo, pridobi vrsto novih veščin in kompetenc in, kar je še pomembneje, jim pomaga, da se prepoznajo kot inovatorji in oblikovalci sprememb s kritičnim razmišljanjem, ki lahko prevzamejo aktivno vlogo pri izumljanju rešitev za probleme, ki jih zanimajo.

Današnji svet je zelo interaktiven; tehnologija je vpeta v vse vidike našega življenja, od naših družbenih interakcij do najbolj zasebnih vidikov. Da bi razumeli ta novi svet, morajo

učenci razumeti tehnologijo, njen način delovanja in pridobivati ideje o inovacijah na tehnološkem področju.

Z dodajanjem umetnosti v izobraževanje STEM (STEM + A = STEAM) v program povežemo več učencev, tako deklic kot fantov. Poleg tega jim s tem ponudimo možnost, da se izražajo ustvarjalno skozi svoje projekte med brskanjem, izdelovanjem, medsebojnim deljenjem in igranjem.

Ena večjih razlik med formalnim in neformalnim izobraževanjem je bližina izobraževalnega okolja in vsebine dejavnosti. Ena izmed izobraževalnih metod, ki se pogosto uporablja v prostorih, kjer se križata tehnologija in izobraževanje, kot so prostori ustvarjalcev, je oder Vygotsky. Morda se sliši kot gradbeni izraz, toda odri po Vygotskem in s tem povezan koncept cone proksimalnega razvoja so metode poučevanja, ki lahko učencem pomagajo, da se veliko hitreje naučijo veliko več informacij, kot bi se jih pri tradicionalnem poučevanju.

Teorija, ki stoji za pedagoškim odrom, je, da se učenci v primerjavi s tradicionalnim učenjem naučijo več, če v okolju sodelujejo z drugimi učenci in drugimi vrstami vsebin ter imajo širši nabor spretnosti in znanja kot študent v tistem času. Ti postanejo »odri«, ki učencu pomagajo razširiti svoje učne meje in se naučiti več, kot bi zmožel sam. Tako povečujejo njihovo avtonomijo.

Vygotskyjev oder je del izobraževalnega koncepta "cona proksimalnega razvoja". To je skupek veščin ali znanj, ki jih učenec ne more izvesti sam, lahko pa s pomočjo ali vodenjem drugih. To je raven spretnosti, ki je tik nad tem, kjer je učenec trenutno.

Ko prehajamo v izobraževanje STEAM, je sodelovanje vidik, ki ga moramo upoštevati. STEAM mentorji ali učitelji bi morali sodelovati s svojimi učenci tako, da odstranijo standardno, tradicionalno vlogo osrednje osebe v izobraževalnem procesu (z vsemi odgovori) in jo nadomestijo z modelom izobraževanja, kjer učenci prevzamejo osrednjo vlogo »vzgojiteljev« ali iskalcev znanja, hkrati pa poglobljajo svoje znanje o različnih temah.

Torej, kdo lahko poučuje STEAM?

Za poučevanje STEAM-a ni potrebe po zelo specifičnih ali strokovnih profilih, niti tehničnih niti pedagoških. Potrebni so hibridni profili, z občutkom za tehnologijo in pedagogiko.

Kot že rečeno, poskrbeti moramo za učni oder, torej za prostor, kjer se bodo aktivnosti odvijale. Jasni moramo biti glede rezultatov učnega procesa, ki jih pričakujemo, in spoštljivi do razlik in odstopanj, ki bi se lahko pojavili med aktivnostjo. Cilj je ne poskušati nekaj naučiti po logiki od zgoraj navzdol, temveč spremljati učence v njihovih učnih procesih. Oseba, ki poučuje STEAM, si mora prizadevati za olajšanje rezultatov, ki jih je treba ustvariti z združevanjem različnih elementov, ki so potrebni pri oblikovanju dejavnosti.

2. Kako učiti? Kdaj in kje lahko uporabimo STEAM metodo učenja?

Izobraževanje je ekosistem, ki je zasnovan ob upoštevanju okolja, učencev, virov, učiteljev ali mentorjev, orodij ... Ko govorimo o dejavnostih STEAM, moramo razmišljati o vključitvi; odprtokodni viri, cenovno ugodna elektronika in tehnologije, množično izvajanje in participativna kultura, poudarek na izobraževanju STEAM, dostop do informacij in metodologije DiWO za vključevanje.

Okolje, kjer se dejavnost odvija, lahko postane pripomoček procesu in motivira izražanje, ustvarjanje in komunikacijo. Prijazen prostor ljudem omogoča raziskovanje. Tukaj je nekaj nasvetov, kako ustvariti tak prostor.

Izobraževalna dejavnost ali dejavnost STEAM je tista, ki združuje ustvarjalne in inovativne procese z izobraževalno perspektivo, s poudarkom na praktičnem učenju med procesom in vključuje tehnologijo v celoten ali v del procesa. Že dolgo velja, da se otroci in mladina lahko učijo z igro in gradnjo z zanimivimi orodji in materiali (Montessori, 1912).

To so dejavnosti, ki delujejo v okviru sodelovanja, spoštovanja drug do drugega, timskega dela, vključevanja, spodbujanja ustvarjalnosti, učenja pri delu in inovativnosti.

Izdelovanje in ustvarjalnost nista nova pojma, vendar je osredotočenost na učenje z delom uvedla novo vrsto praktične pedagogike. Pedagogika, ki spodbuja komunikacijo, skupnost

in sodelovanje (miselnost DiT "Naredi skupaj"), porazdeljeno učenje, prečkanje meja ter sprejemljive in prilagodljive prakse poučevanja.

Fizične stvaritve lahko omogočijo tudi družbeno udejstvovanje s skupnim prizadevanjem. To lahko združi bolj in manj izkušene udeležence okoli skupne naloge – konfiguracije, kar se pogosto izkaže učinkovito za učenje (Lave & Wenger, 1991; Vygotsky, 1978).

Pri načrtovanju dejavnosti STEAM je treba posebno pozornost posvetiti določenim področjem:

- **Vodenje:** Vsaka dejavnost z učenci mora imeti mentorje, ki spodbujajo k izvajanju dejavnosti in doseganju vnaprej določenih ciljev. Vloga mentorja je enako pomembna kot katero koli drugo orodje. On ali ona je vodnik, ki ve, kje se dejavnost začne in kam je namenjena, vendar ne ve, kako se bo odvijal sam proces, kar ponuja določeno mero svobode.

- **Okolje:** dejavnosti se izvajajo v prostorih, vendar včasih ti niso dobro opremljeni, zato jih težje sprejmemo. Prostor je pomemben, ker pomaga pri razvoju dejavnosti. Z dejavnostjo moramo oblikovati prostor. Označiti moramo različne prostore za skupno delo ali delo z računalnikom ali orodjem, prostore, kjer se lahko umažemo ... in tudi predstaviti in ločiti materiale, tiste, ki so zamenljivi in tiste, ki niso zamenljivi.

- **Materiali | Viri:** Ključna je izbira materialov za razvoj dejavnosti. Delo z recikliranimi, ponovno uporabljenimi materiali na trajnosten način dodaja vrednost.

Estetika je relativna, ko gre za ustvarjalnost in praktično učenje.

- **Potrošni materiali:** reciklirani materiali pomagajo razširiti ustvarjalnost, spoštovati okolje in izboljšati spretnosti eksperimentiranja.

- **Neporabljeni materiali:** Neporabljeni materiali so tisti, ki so primerni za dejavnost in ustrezajo zamenljivim materialom, ki bodo uporabljeni.

- **Udeleženci:** upoštevati moramo, kdo so naši udeleženci. Dejavnosti za različne skupine otrok in mladostnikov niso enake kot za odrasle ali starejše. Vsekakor so ljudje ključni element vsake delavnice.

- **Vsebina:** dejavnost delavnice korak za korakom. Pedagoški program naj bo

začrtan z jasnimi cilji in podrobnim razvojem.

- **Komunikacija:** Načrt za komunikacijo pred, med in po aktivnosti. Oddaja materiala, slik, video posnetkov. NE pozabite na podpisano dovoljenje za uporabo slik s strani udeležencev.
- **Dokumentacija:** kdo bo zabeležil dejavnost, videoposnetke, besedilo in fotografije ter v kakšnih oblikah.

Za podrobnejše informacije si oglejte Metodologijo za izobraževalne dejavnosti tukaj (<http://m4inclusion.com/IO-1MethodologyForEducationalMakingActivities.pdf>), ki je rezultat evropskih oblikovalcev projektov za vključitev, ki jih sofinancira program Erasmus+.

Poglavje 5: Koristi za vse: vključenost vseh skupin učencev

Eden od glavnih konceptov, ki jih je treba upoštevati, da bi dosegli cilj projekta STEAMbuilders, je vključiti vse vrste učencev z inovativnimi in privlačnimi materiali. Vključevanje vseh učencev je bistveno za učinkovito spodbujanje inovativnega načina STEAM izobraževanja. V tem delu vodnika bomo predstavili pregled učencev, ki potrebujejo posebno pozornost zaradi različnih vrst specifičnih učnih težav, izzivov, s katerimi se lahko srečajo, in možnih načinov za prilagoditev gradiva, ki bi jim olajšalo vključitev.

1. Cilj projekta v smislu vključevanja

Eden od glavnih ciljev tega projekta je zagotoviti, da nihče ne bo izpuščen in da se vsi učenci počutijo angažirane in motivirane, pri vključevanju v predmete STEAM. Učenci, ki največkrat opustijo predmete iz STEAM področja, so dekleta, učenci s specifičnimi učnimi težavami in učenci z migrantskim ozadjem.

2. Kaj je vključitev?

Definicija vključitve:

Vključitev pomeni, da je učenje in gradivo dostopno, razumljivo in prilagojeno vsem učencem. Gre za nenehno prilagajanje učnega procesa, tako da se vsi učenci počutijo vključeni vanj. Ideja za "vključujočo zasnovo" je vrniti se k prvotni zasnovi procesa in ga zgraditi na najbolj vključujoč in učinkovit način za vse.

Kategorije učencev, ki so nagnjeni k opustitvi ali zaostanku pri STEAM predmetih:

- Dekleta in učenci iz težjega okolja

Dekleta in učenci, ki izhajajo iz težkega okolja, imajo večje možnosti, da bodo opustili predmete STEAM. V tem projektu bomo s pomočjo dediščine in zgodovine promovirali

STEAM izobraževanje, s katerim lahko predstavimo pozitivne vzornike, na katere se te skupine učencev lahko navezujejo. To jih lahko motivira, jim dvigne samozavest in jim je navdih, da imajo tudi oni možnost uspeti.

- Učenci s specifičnimi učnimi težavami

Specifične učne težave so trajna stanja, ki vplivajo na človekov učni proces. Imajo nevrobiološki vzrok, ki vpliva na način, kako možgani obdelujejo informacije: kako sprejemajo, vstavljajo, zadržujejo in izražajo informacije. Tako lahko moti kognitivni razvoj učne sposobnosti, čeprav ne izvira iz telesne okvare, kot je okvara vida ali sluha, motorična prizadetost ali motnja v duševnem razvoju. Prav tako ni posledica čustvenih motenj ali ekonomskih, okoljskih ali kulturnih pomanjkljivosti.

Predstavitve različnih specifičnih učnih težav.

Vsaka specifična učna težava ustvarja svoj niz izzivov, ki vplivajo na življenje učenca:

- **Disleksija** povzroča težave pri branju in jezikovnih sposobnostih obdelave. To je najpogostejša motnja in se pogosto prekriva s katero drugo motnjo (fenomen sočasnega pojava). Lahko vpliva na tekoče branje, dekodiranje, bralno razumevanje, priklic, pisanje, črkovanje in včasih govor.
- **Disgrafija** vpliva na človekovo sposobnost pisanja in fine motorične sposobnosti. Pogosto se kaže kot nečitljiv rokopis. Lahko povzroči tudi težave pri: pomnjenju določenih pravopisnih kombinacij, črkovanju, prostorskem načrtovanju na papirju, zaporedju stavkov v besede, sestavljanju pisanja ali razmišljanju in pisanju hkrati.
- **Diskalkulija** se na splošno prevaja v težave pri razumevanju matematičnih simbolov, štetju, pomnjenju in organiziranju števil, kar učence ovira pri računanju ali abstraktnih matematičnih operacijah.
- **Disfazija** se običajno kaže v težavah pri govorjenju in razumevanju izgovorjenih besed. To vodi do izzivov pri ustnih vajah in predstavitvah. Govorimo o težavah pri razumevanju in sestavljanju stavkov iz zaporednih besed.
- **Dispraksija** bo povzročila težave s koordinacijo, gibanjem, jezikom in govorom. Običajno vpliva na fine motorične sposobnosti in nadzor mišic (vključno z nadzorom oči), kar vodi do težav z gibanjem in koordinacijo, zlasti z gibi rok in oči, jezikom in govorom.

3. Zakaj je pristop vključenosti koristen?

Raznolikost je vir obogatitve. Učenci, ki niso prilagojeni klasičnim metodam poučevanja, niso nič manj inteligentni od tistih, ki se »prilegajo kalupu«. Negovanje njihovih dodatnih lastnosti in omogočanje dostopa do izobraževanja je koristno za celotno učilnico.

→ Koristi za učence, ki jih je treba vključiti

Vključenost jim omogoča, da razvijejo veščine, ki jih bodo potrebovali za uspeh v prihodnosti, v poklicnem in osebnem življenju. Bolje bodo opremljeni za soočanje z izzivi družbe, ki ni prilagojena njihovim potrebam, in lažje bodo krmarili skozi življenje.

→ Koristi za ostale učence

Vključitev različnih profilov jim bo razširila obzorje in jim pomagala pri učenju strpnosti. Pri tem bodo spoznali, da osebi ni treba uspeli v vsem, da je uspešen, in da je timsko delo eno najboljših orodij, ki jih lahko imate za doseg katerega koli cilja.

→ Koristi za učitelje

Vključitev vseh profilov bo zmanjšala število neuspešnih učencev in omogočila bolj nemoten in učinkovit učni proces. Če pomagamo vsem učencem slediti, bo ritem pouka bolj enakomeren in učenci bodo manj verjetno zaostajali.

→ Koristi za družbo v splošnem

Ljudje s specifičnimi učnimi težavami morda ne kažejo običajnih »strokovnih prednosti«, ki jih iščejo zaposlovalci, vendar imajo tudi potencial, da razvijejo komplementarne kompetence, ki so prav tako uporabne in bistvene. Na primer, običajno so delavni, vizualizirajo stvari v 3D, vidijo povezave med koncepti in so usmerjeni v širšo sliko. Posledica vključitve vseh je raznolika skupina nevrodivezitet s širšim naborom veščin in kompetenc, kin am ponuja širši nabor možnih rešitev za probleme jutrišnjega dne.

4. Vključitev v STEAM izobraževanju

Nekaj osnovnih nasvetov in mogočih prilagoditev, da bo kakršno koli razredno delo bolj vključujoče.

Struktura: Svetuje se začeti učno uro z izrecno razlago dejavnosti, jasnim naborom smernic in po potrebi razdelitve nalog na manjše korake. Priporoča se uporaba vizualnih elementov za ponazoritev konceptov in zaporednih točk za jasno strukturiranje procesov. Poskrbite, da boste vsaki nalogi namenili dovolj časa in da vsi učenci vnaprej razumejo nalogo.

Okolje: naj je tiho, vendar z dovolj veččutnih dražljajev, ki omogočajo poglobljeno učenje. Prostor naj bo neobremenjen in ne prenatrpan, da bo pripomogel pri prostorski orientaciji in k osredotočenosti učencev. Izogibajmo se nujnosti gledanja na daleč in pomagajmo učencem, ki imajo težave z upravljanjem prostora.

Naloge: več vrst kratkih vaj bo pomagalo usposobiti učence za odziv na različne situacije, tako da se bodo osredotočili na eno nalogo hkrati. Bolje je, da se osredotočite na vaje, ki temeljijo na logiki in sklepanju, in ne na vaje, ki temeljijo na pomnjenju.

Če želite zmanjšati primere opravljanja dvojne naloge hkrati, poskusite zmanjšati število nalog, ki zahtevajo uporabo finih motoričnih sposobnosti, kot so naloge pisanja, in se izognite težkim manipulacijam. Na ta način se bodo učenci osredotočili na vsebino pouka in ne na izvajanje podporne naloge.

Pisna gradiva: Oblikovanje pisnega gradiva je lahko izziv, zato naj bo besedilo poravnano na levi strani, s prilagojeno pisavo za pisne smernice, kot so Arial, Century Gothic ali OpenDys **z razmikom 1,5 in med vrsticami**, v velikosti pisave, ki se giblje med **12 in 14**. Priporočljiva je tudi uporaba odstavkov za razčlenitev besedila na obvladljive enote s kratkimi in jasnimi stavki. Pri tem lahko pomaga uporaba podnapisov, barv (bodite skladni s svojimi barvnimi odtenki) in oznak.

Pisno gradivo naj bo **natisnjeno enostransko**, na papir, ki je umazano bele pastelne

podlage, da se izognemo močnemu kontrastu s črnilom.

Ena od ključnih točk pri učenju v učilnici, v kateri so učenci s specifičnimi učnimi težavami, je **ozaveščanje** o tem, kaj se dogaja, zakaj in kako. To je lahko dolga pot proti preprečevanju diskriminacije in stereotipov v razredu. Transparentna komunikacija in odprt odnos sta ključna za doseganje vključenega izobraževanja.

Zgodovina je lahko odličen pripomoček za prikaz vzornikov, slavnih STEAM znanstvenikov in umetnikov. Ti bi lahko spadali v skupine, ki danes zaostajajo v STEM-u in so nedvomno dokaz, da lahko tudi oni uspejo na STEAM področju. Videti nekoga, s katerim se lahko povežeš in je predstavljen kot uspešen, lahko resnično vpliva na miselnost učencev. Toda zgodovino je treba vedno predstavljati tudi v kontekstu, z mero previdnosti in objektivnosti.

5. Zaključek

Kot smo videli, je vključitev vseh učencev koristen pristop za vse - učence, učitelje in družbo na splošno, saj bo dodala vrednost vsem udeleženi. V tem delu smo se osredotočili predvsem na praktične prilagoditve v razredu za vključitev vseh učencev. Ne smemo pozabiti na prilagoditve, ki so bolj subtilne in zahtevajo našo pozornost. Kot smo videli skozi čas, je izobraževanje ključno za dvig družbe. Če želimo imeti raznovrstne in izobražene ljudi, potem je treba v proces vključiti vse. Dolgoročno nam tak način zagotavlja več komplementarnih naborov veščin za spopadanje z izzivi prihodnosti in manj družbenih problemov, saj bo strpnost temelj naše miselnosti.

Zaključek

Učni priročnik je prvi pisni rezultat Erasmus+ projekta STEAMBuilders, sodelovanja med Belgijo, Ciprom, Dansko, Francijo, Grčijo, Slovenijo in Španijo. STEAMBuilders je projekt, ustvarjen na podlagi študije Pisa iz leta 2018, ki je pokazala, da so osnovnošolci pri matematiki in naravoslovju premalo uspešni. V primerjavi s študijami analize trendov, ki kažejo, da bo več kot 65 % današnjih učencev opravljalo poklic, ki še ne obstaja. Danes je bolj kot kdaj koli prej nujno, da mlade pripravimo na prihodnost in da imajo samozavest izumljati svet, v katerem želijo živeti.

Območje STEM ima svoje korenine že v dobi vesoljske dirke med Združenimi državami in Sovjetsko zvezo v petdesetih letih prejšnjega stoletja. Izraz STEM pomeni znanost, tehnologijo, inženirstvo in matematiko. Poučevanje STEM vključuje interdisciplinarno poučevanje med strokovnimi področji, povezanimi z resničnimi vprašanji. Z drugimi besedami, to je učenje STEM tematike z uporabo enotne metode; metoda, ki zagotavlja praktične in hkrati pomembne učne izkušnje.

Z dodajanjem umetnosti (A) v izobraževanje STEM (STEM + A =STEAM) ne samo, da v program povežemo več učencev, tako deklet kot fantov, ampak jim dajemo tudi možnost, da so lahko ustvarjalni in se izrazijo skozi svoje projekte med brskanjem, izdelovanjem, deljenjem in igranjem.

Medtem ko se STEM osredotoča na znanstvene teme, STEAM preučuje iste teme, vendar raje z analizo in učnimi metodami, ki temeljijo na problemih, ki se uporabljajo v ustvarjalnem postopku. To pomeni, da različni učenci skupaj ustvarijo vizualno zanimiv izdelek, ki temelji na osrednjem razumevanju koncepta STEM.

Izobraževalna dejavnost ali dejavnost STEAM je dejavnost, ki združuje ustvarjalne in inovativne procese z izobraževalno perspektivo, ki poudarja praktično učenje med procesom in vključuje tehnologijo v celotnem procesu ali kot njegov del. Že dolgo je znano, da se otroci in mladostniki lahko učijo z igro in izdelavo z zanimivimi orodji in materiali (Montessori, 1912). Ta metoda je pomembna, saj se izobraževanje mora odzovati na

spreminjajoči se svet. Prej ko so učenci seznanjeni in odprti za koncepte STEAM, tem bolje.

V hitro spreminjajočem se svetu bodo delovna mesta v prihodnosti nujno potrebovala mlade, ki obvladajo STEAM, ne glede na spol. Ne gre samo za pripravo učencev na delovna mesta, ampak tudi za to, kaj te izkušnje učencem dajo; pomagajo jim, da odrastejo v neodvisne, usposobljene in intelektualno radovedne. Učenje, ki temelji na STEAM, pomaga učencem razviti potrebne spretnosti. Izobraževanje ni več samo poučevanje specifičnih veščin; gre za pripravo učencev na prihodnost. Učenci morajo biti bolj neodvisni in kompetentni, da lahko izkoristijo prednosti novih tehnologij. To bo zahtevalo bolj aktivno in participativno izobraževanje.

Današnje formalno izobraževalno okolje doživlja številne spremembe. Po eni strani implementacija digitalnih tehnologij povečuje interakcijske dimenzije učencev. Po drugi strani pa sprememba metodoloških strategij spodbuja več participativnih učnih procesov. Današnji svet je zelo interaktiven; tehnologija je del našega življenja, od naših družbenih interakcij do najbolj zasebnih vidikov. Da bi razumeli ta novi svet, morajo naši učenci razumeti tehnologijo, kako deluje, in imeti idejo o tem, kako narediti inovacije na tehnološkem področju.

Formalno izobraževanje sledi posebnemu kurikulumu, tehnike neformalnega izobraževanja in usposabljanja pa ne. Poudarek je na tem, da učencem omogočimo samoizobraževanje, da so radovedni in sledijo svoji strasti in interesom. Neformalno usposabljanje omogoča praktično, kinestetično in aktivno učenje.

Izkušnje nas učijo, da moramo opozoriti na pedagoške dejavnosti kot na procese, kjer se tehnologija uporablja kot le še eno orodje, pri čemer poudarjamo učno metodo učenja. Učni proces izvajanja praktičnih dejavnosti ali kinetičnega učenja je pogosto povezan z »večjim učnim rezultatom za vse učence«. Prostor za neformalno usposabljanje omogočajo tovrstno učenje z izkoriščanjem koncepta "intelektualnega igrišča z namenom navdihovanja globljega učenja z globokim zasliševanjem". To ponuja odlično priložnost za učenje "ob pravem času" ali učenje, vezano na koncept.

Ta učni priročnik je predstavil 19 dejavnosti, ki se nanašajo na kameno dobo, staro Grčijo, rimsko cesarstvo, dobo katedral, renesanso in dobo razsvetljenstva. Tako se bodo učenci lahko seznanili z različnimi zgodovinskimi obdobji, znanostjo in znanstveniki, kulturo posameznega obdobja ter s praktičnimi aktivnostmi bolje spoznali fizični svet in naravoslovje.

Ko prehajamo v izobraževanje STEAM, moramo upoštevati sodelovanje. STEAM pedagogi ali moderatorji bi morali sodelovati s svojimi učenci tako, da odstranijo standardno, tradicionalno vlogo osrednje osebe v izobraževalnem procesu (osebe z vsemi odgovori) in jo nadomestijo z modelom izobraževanja, kjer učenci prevzamejo osrednjo vlogo kot »vzgojitelji« oz. iskalci znanja, hkrati pa poglobljajo svoje znanje o različnih temah.

Eden najpomembnejših konceptov, ki jih je treba upoštevati, da bi dosegli cilj projekta STEAM Builders, je vključiti vse vrste učencev z inovativnimi in privlačnimi materiali. Gre za nenehno prilagajanje učnega procesa, tako da se vsi učenci počutijo vključeni v proces.

V tem projektu bomo dediščino in zgodovino uporabili za promocijo STEAM izobraževanja, s katerim bomo lahko predstavili pozitivne vzornike, s katerimi se učenci lahko povežejo. Raznolikost je vir obogatitve. Učenci, ki niso prilagojeni klasičnim metodam poučevanja, niso nič manj inteligentni od tistih, ki se »prilegajo kalupu«. Poučevanje, ki temelji na STEAM-u z uporabo pravih metod, je lahko še posebej koristno za učence s specifičnimi učnimi težavami, kot so disleksija, dispraksija, disleksija in disgrafija. Morda lahko STEAM poučevanje celo pomaga odpreti oči vsem ljudem, ne glede na diagnozo, da se srečajo kot osebe, ki so!

Če želimo imeti raznovrstne in izobražene ljudi, morajo biti vsi vključeni v proces. Dolgoročno to zagotavlja več komplementarnih veščin za soočanje s prihodnjimi izzivi in manj družbenih težav, saj bo strpnost družbeni sestavni del našega razmišljanja. Ko nadaljujemo krmarjenje po negotovi prihodnosti, se lahko zanesemo na to, da bo jutrišnje delo zagotovo vezano na spretnost na področjih STEAM.

Reference

Uvod

Education and training. (2019, December 9). Education and Training – European Commission.

https://ec.europa.eu/education/news/pisa-2018_en

Comment faire aimer Les maths aux élèves ? (n.d.). Le Soir

<https://www.lesoir.be/art/1001314/article/actualite/mathiere-grise/2015-09-28/comment-faire-aimer-maths-aux-eleves>

Enseignement des mathématiques. (2017, December 31).

https://www.apprendreaapprendre.com/reussite_scolaire/enseignement-mathematiques/

Poglavje 2.1

Nielsen, Bjarne: Aarbog for Vesthimmerlands Museum (Yearbook for Vesthimmerlands Museum 2010) page 19-26

Jensen, Jørgen:

https://danmarksoldtid.lex.dk/Menneskene_-_4000-2800_f.Kr.

Based on The Tollensee found in Germany.

<https://videnskab.dk/krop-sundhed/skeletfund-indikerer-europaeere-kunne-ikke-taale-maelk-i-bronzealderen>

Based on the finding of the Stone Age girl named “Lola”

https://www.lollandsstenalder.dk/hjem/om-udstillingen/webdok_lola/

Poglavje 2.3

Archimedes' Principle - College Physics | OpenStax. (n.d.). *OpenStax*.

<https://openstax.org/books/college-physics/pages/11-7-archimedes-principle>

Archimedes' principle | Description & Facts (n.d.). *Encyclopedia Britannica*.

<https://www.britannica.com/science/Archimedes-principle>

Cajori, F. (1929). History of Determinations of the Heights of Mountains. *Isis*, 12(3), 482–514.

<https://doi.org/10.1086/346425>

Golden Ratio. (n.d.). Math Is Fun.

<https://www.mathsisfun.com/numbers/golden-ratio.html>

The Many Vital Contributions Ancient Greeks Made to Scientific Knowledge. (n.d.). ThoughtCo.

<https://www.thoughtco.com/ancient-greek-scientists-inventions-and-discoveries-120966>

Weisstein, E.W. (n.d.). *Golden Ratio*. From MathWorld--A Wolfram Web Resource.

<https://mathworld.wolfram.com/GoldenRatio.html>

Poglavji 2.4 in 2.7

Mark, J.J.(2009, September 02) *Ancient Rome*. Ancient History Encyclopedia Foundation.

<https://www.ancient.eu/Rome/>

ITER ROMANUM (n.d.). *The cultural heritage of Rome*.

<https://www.iter-romanum.eu/en/culturalitineraries/the-cultural-heritage-of-rome>

Zavod RS za šolstvo (2011a) *Učni načrt. Program osnovna šola. Zgodovina*

https://www.gov.si/assets/ministrstva/MIZS/Dokumenti/Osnovna-sola/Ucni-nacrti/obvezni/UN_zgodovina.pdf

Department of Education (2013, September) History programmes of study: *key stages 1 and 2, National curriculum in England*

https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/239035/PRIMARY_national_curriculum_-_History.pdf

Lynch, P. (2019, July 4) *What did the Romans ever do for maths? Very little. The Irish Times.*

<https://www.irishtimes.com/news/science/what-did-the-romans-ever-do-for-maths-very-little-1.3940438>

Kashyap, V. (2018, March 6) *19 Greatest Inventions of the Roman Empire That Helped Shape the Modern World. Interesting Engineering, Inc.*

<https://interestingengineering.com/19-greatest-inventions-of-the-roman-empire-that-helped-shape-the-modern-world>

Zavod RS za šolstvo.(2011b) *Učni načrt. Program osnovna šola. Matematika*

https://www.gov.si/assets/ministrstva/MIZS/Dokumenti/Osnovna-sola/Ucni-nacrti/obvezni/UN_matematika.pdf

Department of Education (2020, July 6) *National curriculum in England: mathematics programmes of study.*

<https://www.gov.uk/government/publications/national-curriculum-in-england-mathematics-programmes-of-study/national-curriculum-in-england-mathematics-programmes-of-study>

Kids Discover (2016, January 12) *Games and Activities on the Roman Empire.*

<https://kidsdiscover.com/teacherresources/games-and-activities-on-the-roman-empire/>

Warner, M. (n.d.) *Roman Roads.* Teaching Ideas.

<https://www.teachingideas.co.uk/romans/roman-roads>

Albi, A. (2019, December 20) *Ancient Roman Oil Lamps Making*.

<https://suffahschool.hounslow.sch.uk/ancient-roman-oil-lamps-making/>

The Kid Should See This (n.d.) Construct a Roman aqueduct, a DIY engineering activity

<https://thekidshouldseethis.com/post/how-to-make-a-roman-aqueduct-diy-engineering-video>

Bristow, W. (2017, August 29) *Enlightenment*. The Stanford Encyclopedia of Philosophy.

<https://plato.stanford.edu/entries/enlightenment/>

Jarus, O. (2019, September 12) *What Was the Enlightenment?*. Live Science.

<https://www.livescience.com/55327-the-enlightenment.html>

Department of Education (2014, December) *The national curriculum in England Key stages 3 and 4 framework document*

https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/840002/Secondary_national_curriculum_corrected_PDF.pdf

Lumen Learning (n.d.) *The Scientific Revolution*.

<https://courses.lumenlearning.com/boundless-worldhistory/chapter/the-scientific-revolution/>

Zavod RS za šolstvo (2011c) *Učni načrt. Program osnovna šola. Fizika*.

https://www.gov.si/assets/ministrstva/MIZS/Dokumenti/Osnovna-sola/Ucni-nacrti/obvezni/UN_fizika.pdf

Department of education (2015, May 6) *National curriculum in England: science programmes of study*.

<https://www.gov.uk/government/publications/national-curriculum-in-england-science-programmes-of-study/national-curriculum-in-england-science-programmes-of-study>

Primary Science Teaching Trust (n.d.) *Chain reaction.*

<https://pstt.org.uk/resources/curriculum-materials/chain-reaction>

Scientific Foundation Ireland (n.d.) *Engineers Week Gravity, Classroom Resource Booklet.*

<https://www.engineersireland.ie/LinkClick.aspx?fileticket=0g0LZLmOFMQ%3D&portalid=0&resourceView=1>

The Benjamin Franklin tercentenary. (2005) *LESSON 7: Let's Throw an Electric Science Party !, The Search for Useful Knowledge.*

http://www.benfranklin300.org/_edu_pdf/BF300Plans_Middle7.pdf

Poglavji 2.5 in 2.6

Le Château du Clos Lucé

<https://www.vinci-closluce.com/fr>

Château fort Guédelon

<https://www.guedelon.fr/fr>

Centre d'interprétation des cathédrales

<http://cathedraloscope.com/>

Page of Pierre Bellenguez, autor

http://wikipasdecals.fr/index.php?title=Pierre_Bellenguez

Websites of Fermat Science

<https://www.fermat-science.com/>

<https://www.voyage-mathematique.com/>

Poglavje 3

Samantha Adams Becker, Malcolm Brown, Eden Dahlstrom, Annie Davis, Kristi DePaul, Veronica Diaz, and Jeffrey Pomerantz. NMC Horizon Report: 2018 Higher Education Edition. Louisville, CO: EDUCAUSE, 2018. Educause.

<https://library.educause.edu/resources/2018/8/2018-nmc-horizon-report>

Trust, Torrey & Maloy, Robert & Edwards, Sharon. (2017). Learning through Making: Emerging and Expanding Designs for College Classes. TechTrends. 10.1007/s11528-017-0214-0.

Gérard Guillier, Richard Delage & Paul-André Besombes (2008). Une fouille en bordure des thermes de Jublains (Mayenne) : enfin un dod ca dre en contexte arch ologique !.

<https://doi.org/10.4000/rao.680>

Poglavje 4

Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Learning in doing: Social, cognitive, and computational perspectives. Situated learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge University Press.

<https://doi.org/10.1017/CBO9780511815355>

Vygotsky, L. (1978). Interaction between Learning and Development. In Gauvain & Cole (Eds). *Readings on the Development of Children*. New York: Scientific American Books. p.34-40.

Poglavje 5

BrightHub Education. (2010, March 21). *A history of improvement and inclusion in special education*.

<https://www.brighthouseeducation.com/special-ed-inclusion-strategies/66803-brief-legal-history-of-inclusion-in-special-education/#:~:text=Inclusion%3A%20Another%20Way%20to%20Educate,separate%20classes%20remain%20the%20norm>

Chinn, S., & Ashcroft, R. E. (2017). *Mathematics for dyslexics and Dyscalculics: A teaching handbook*. John Wiley & Sons.

EDA - European Dyslexia Association. (n.d.). *What is dyslexia ?* European Dyslexia Association – Umbrella organisation for Dyslexia organisations in Europe.

<https://eda-info.eu/what-is-dyslexia/>

Erin E. Peters-Burton, Sharon J. Lynch, Tara S. Behrend & Barbara B. Means. (2014, January 10). *Inclusive STEM high school design: 10 critical components*. Taylor & Francis.

<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00405841.2014.862125>

INSERM. (2019, October 24). *Troubles spécifiques des apprentissages*. Inserm - La science pour la santé.

<https://www.inserm.fr/information-en-sante/dossiers-information/troubles-specifiques-apprentissages>

Jennifer Gnagey, Stéphane Lavertu. (2016, May 26). *The impact of inclusive STEM high schools on student achievement*. SAGE Journals.

<https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/2332858416650870>

Kara Wyman (MEd). (2020, March 4). *Inclusive teaching strategies for STEAM projects*. ResilientEducator.com.

<https://resilienteducator.com/classroom-resources/steam-projects-inclusive-teaching/>

LaForce, M., Noble, E., King, H. et al. (2016, March 21). *The eight essential elements of inclusive STEM high schools*. International Journal of STEM Education.

<https://doi.org/10.1186/s40594-016-0054-z>

Lilla Dale McManis (PhD). (2020, September 2). *Inclusive education: Definition, examples, and classroom strategies*. ResilientEducator.com.

<https://resilienteducator.com/classroom-resources/inclusive-education/>

L'APEDA. (n.d.). *Les différents Troubles*. APEDA Belgique | Association belge de Parents et Professionnels pour les Enfants en Difficulté d'Apprentissage.

<https://www.apeda.be/comprendre-troubles-dys/les-differents-troubles/>

Ralph P Ferretti, Charles MacArthur. (2001, February). *Teaching for historical understanding in inclusive classrooms*. ResearchGate.

https://www.researchgate.net/publication/258166501_Teaching_for_Historical_Understanding_in_Inclusive_Classrooms

Ren Hullender (PhD), Holly Hoffman (PhD), Julie Cunningham (MA). (2016, March). *STEAM: Creating an Environment of Inclusion and Innovation*. Campus Compact for Michigan – Educating Citizens. Building Communities.

<https://micampuscompact.org/wp-content/uploads/large/sites/34/2017/06/CMU-STEAM-White-Paper-March-2016.pdf>

UDL Guidelines Cast. (2018, August 31). *Universal Design for Learning Guidelines*. UDL: The UDL Guidelines.

<https://udlguidelines.cast.org/>

Yeo, D. (2008). *Dyslexia, dyspraxia and mathematics*. John Wiley & Sons.



#steambuilders je projekt, financiran s strani Evropske komisije. Vsebina publikacije je izključno odgovornost avtorja in v nobenem primeru ne predstavlja stališč Evropske komisije.

Koda projekta:

2020-1-FR01-KA201-080668

