

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

FAKULTET ZA ODGOJNE I OBRAZOVNE ZNANOSTI

Ivana Šikljan

STEAM PRISTUP U RANOM I PREDŠKOLSKOM ODGOJU I OBRAZOVANJU

ZAVRŠNI RAD

Slavonski Brod, 2019.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

FAKULTET ZA ODGOJNE I OBRAZOVNE ZNANOSTI

Sveučilišni preddiplomski studij Ranoga i predškolskog odgoja i obrazovanja

STEAM PRISTUP U RANOM I PREDŠKOLSKOM ODGOJU I OBRAZOVANJU

ZAVRŠNI RAD

Kolegij: Informatička pismenost

Mentor: prof. dr. sc. Ivana Đurđević Babić

Sumentor: doc. dr. sc. Vjekoslav Galzina

Studentica: Ivana Šikljan

Matični broj: 376

Modul: A

Slavonski Brod, rujan 2019.

SADRŽAJ

UVOD	7
2. STEM	2
3. STEM + UMJETNOST = STEAM	4
3. STEAM I PREDŠKOLSKO DIJETE	6
4.1. Korištenje STEAM izraza u govoru	11
4.2. Rješavanje problema i poticajna pitanja.....	11
4.3. Matematički koncepti i poticajna pitanja	12
4.5. Kreativnost i poticajna pitanja.....	13
4.5. Smjernice za rad s djecom i aktivnosti koje podupiru STEAM koncept	13
5. PRIMJER STEAM AKTIVNOSTI.....	15
5.1. Klijanje graha i sustav navodnjavanja.....	15
5.2. Vuk, tri prašćića i STEAM.....	16
ZAKLJUČAK	17
LITERATURA:.....	18

SAŽETAK

U ovom radu razmatra se STEAM pristup u ranom i predškolskom odgoju i obrazovanju kao inovativniji i kreativniji pristupu učenju. Implementiranjem umjetnosti u STEM koncept nastala je nova paradigma učenja koja sada nije multidisciplinarna nego interdisciplinarna. Umjetnost omogućuje djeci da izraze ono što osjećaju i znaju prije nego što znaju čitati ili pisati. U primjeni STEAM pristupa u ranom i predškolskom odgoju i obrazovanju postoje mnogi izazovi za odgojitelje. U okviru rada razmatraju se kompetencije koje suvremeni odgojitelj treba posjedovati i razvijati. Prikazani su načini organizacije rada i materijalnog okruženja, primjeri poticajnih pitanja koja podupiru usvajanje STEAM vještina kod djece, te smjernice za rad s djecom. Prikazani su i primjeri STEAM aktivnosti koje je s djecom moguće provoditi u dječjim vrtićima, kojima su jasno identificirani ishodi učenja.

Ključne riječi: STEM, STEAM, kreativnost, umjetnost, rani i predškolski odgoj i obrazovanje

SUMMARY

In this final thesis the STEAM approach in Early Childhood Education is analysed as a more innovative and creative approach to learning. The new education paradigm is created by implementing Arts in the STEAM concept and is interdisciplinary rather than multidisciplinary. Children are able to express their feelings through art before they even know how to read and write. Using STEAM approach is very challenging for Early Childhood Educators. The competence that a modern educator should possess and develop are analyzed in the scope of this work. It shows various activities and material surrounding, examples of open-ended questions which support the use of STEAM skills with children, and guidelines for Early Childhood Educators. Further more, there are examples of STEAM activities that can be carried on with children of early and preschool age, in which the study outcomes are clearly identified.

Key words: STEM, STEAM, creativity, art, ECEC

UVOD

Interdisciplinarni pristup učenju koji se bazira na disciplinama znanosti, tehnologije, inženjerstva, umjetnosti i matematike naziva se STEAM (od eng. Science, Technology, Engeneering, Arts, Mathematics). STEAM pristup u ranom i predškolskom odgoju i obrazovanju odnosi se na pristup učenju koji je usmjeren prema razvoju kompetencija djece ali i odgojitelja. Kao posljedica pojave složenih društvenih, tehnoloških, ekonomskih i kulturnih izazova suvremenog društva na globalnoj razini, dolazi do potrebe značajnog preokreta pristupu učenja i poučavanja na svim razinama odgoja i obrazovanja.

„Svatko ima pravo na kvalitetno i uključivo obrazovanje, osposobljavanje i cjeloživotno učenje kojim se razvijaju ključne kompetencije i osnovne vještine. Ključne kompetencije i osnovne vještine potrebne su za osobno ispunjenje i razvoj, zapošljivost, socijalnu uključenost i aktivno građanstvo. Međutim, rezultati istraživanja u okviru Međunarodnog programa za procjenu znanja i vještina učenika (PISA) za 2015. pokazuju da svaki peti učenik u EU-u postigne nedovoljne rezultate u čitanju, matematici i prirodoslovlju. U usporedbi s rezultatima istraživanja PISA iz 2012. ovi rezultati pokazuju da se udio učenika sa slabim rezultatima u prirodoslovlju povećao na 20,6 % (+4,0 postotna boda), u čitanju na 19,7 % (+1,9 postotnih bodova), a u matematici na 22,2 % (+0,1 postotni bod). Osim toga, 44 % stanovništva EU-a ima nedovoljne digitalne vještine ili ih uopće nema (19 %)“.¹

STEAM je način poučavanja baziran na interdisciplinarnom pristupu koji pridonosi kritičkom razmišljanju i rješavanju problema, te je usko vezan sa situacijama i problemima iz svakodnevnog života. Tema STEAM pristupa u ranom i predškolskom odgoju i obrazovanju je prilično neistražena – mnoštvo je osnovnih podataka o tome što je STEAM pristup i zašto je koristan ali vrlo je malo konkretnih podataka i uputa kako ga primjeniti. Literature na hrvatskom jeziku iz područja STEM/STEAM pristupa obrazovanju općenito a naročito u ranom i predškolskom odgoju i obrazovanju gotovo da i nema. Stoga su za izradu ovog završnog rada korišteni mrežni izvori u vidu raznih znanstvenih članaka, istraživanja te internet stranica nekih certificiranih STEAM centara u svijetu. Preostali rad na dokumentaciji bazira se na nekoliko knjiga iz područja suvremenog odgoja i obrazovanja.

¹ https://ec.europa.eu/education/policies/school/key-competences-and-basic-skills_hr

2. STEM

Akronim STEM vuče podrijetlo iz engleskog jezika, a označava jedinstvenu paradigmu učenja koja se temelji na stvarnim interakcijama iz četiri specifične discipline²:

- S = SCIENCE (znanost)
- T = TECHNOLOGY (tehnologija)
- E = ENGINEERING (inženjerstvo)
- M = MATH (matematika)

Sve četiri STEM discipline integrirane su u našim svakidašnjim životima i mnogim važnim zanimanjima. STEM pristup u obrazovanju postaje sve važnija tema u ranoj edukaciji. STEM je specifičan program dizajniran za specifičnu namjenu – integriranje i primjenu znanja iz područja matematike i znanosti kako bi se stvarale tehnologije i rješenja za probleme „stvarnog svijeta“ koristeći pristup inženjerskog dizajna (Jolly, 2014). Prema Nenadu Bakiću, osnivaču Instituta za razvoj i inovativnost (IRIM), STEM aktivnosti nisu samo fokusirane na razvoj digitalne i znanstvene pismenosti, tehnoloških i ostalih kompetencija. One su alat za postizanje još važnijih kompetencija: ključnih vještina kao što su vještine učenja, rješavanja problema, suradnje, komunikacije, kao i osobina ličnosti kao što su znatiželja, inicijativa, upornost, prilagodljivost, društvena i kulturološka svjesnost.³



Slika 1. STEM odgoj za budućnost⁴

² <https://www.stemlittleexplorers.com/hr/sto-je-stem-zasto-je-uopce-bitno/>

³ <https://magazin.hrt.hr/398156/mladi-i-stem-podrucje>

⁴ <https://www.stemlittleexplorers.com/hr/sto-je-stem-zasto-je-uopce-bitno/>

Važnost STEM pristupa od najranije dobi potkrepljuje i citat iz Strategije obrazovanja, znanosti i tehnologije iz 2014. godine:

„Europa je suočena s novim kompetitivnim gospodarskim, kulturološkim te drugim društvenim izazovima. U dokumentu Europske komisije vezanom uz strateško promišljanje obrazovanja naglašava se važnost podjednakog usvajanja temeljnih znanja i vještina iz prirodoslovlja, tehnologije, inženjerstav i matematike (STEM) od najranije dobi. U tehnološki ovisnom društvu te su vještine i znanja nužni za kasnije djelovanje unutar znanstvenih istraživanja, tehnološkog razvoja i služe kao čvrsta podloga za cjeloživotno učenje. Između ostalog, također se upozorava da u stjecanju strukovnih znanja i vještina treba težiti najvišoj svjetski usporedivoj kvaliteti utemeljenoj na učenju kroz rad. Hrvatski petnaestogodišnjaci u međunarodnim procjenama znanja (PISA) ostvaruju (ispod) prosječne rezultate u jezičnoj i matematičkoj pismenosti te prirodoslovlju, što ukazuje da se u osnovnim školama mora promijeniti pristup stjecanju znanja, poučavanju temeljnih vještina te osobito usmjerenosti primjeni“.

Zatim citat izjave Predsjedništva Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti o reformi obrazovanja od 27. svibnja 2015. godine u kojem se upozorava na opći problem STEM područja u obrazovanju:

„Na skupu *Global Education and Skills Forum* (Dubai, 2014) ustanovljen je zabrinjavajući pad interesa učenika za temeljne prirodoslovne znanosti i tehničke discipline te je zaključeno da STEM edukacijom (matematika, fizika, kemija, biologija, geologija, tehnika) treba započeti već u osnovnom obrazovanju. Učenici općih gimnazija čine većinu gimnazijske populacije u Hrvatskoj te shodno tomu predstavljaju i glavnu bazu za fakultete iz STEM područja. Trenutačno se učenici opredjeljuju za upis na fakultet prilikom prijave ispita državne mature, odnosno na sredini 4. razreda, dok bi se modelom izbornosti prema CKR-u takva odluka trebala donijeti već nakon drugoga razreda. Kod mlađih učenika očekujemo veću tendenciju bijega iz »težih« STEM područja u »lakše« predmete, što bi moglo znatno umanjiti upisnu bazu za fakultete iz STEM područja sa svim negativnim posljedicama za budući razvoj Hrvatske. Takav model izbornosti, predložen u Cjelovitoj kurikularnoj reformi bio bi izvan kontrole.“⁵

⁵ <http://www.matica.hr/hr/541/stem-post-stem-i-odgojno-obrazovna-reforma-u-21-stoljecu-27856/>

3. STEM + UMJETNOST = STEAM

Iako mnogi vide umjetnost i znanost kao suprotnosti, činjenica je da su one oduvijek postojale i razvijale se kolaborativno. Ova sinergija utjelovljuje se u mnogim velikim misliocima kao što su Leonardo Da Vinci te kineski polimat Su Song. Jedan od Carl Jungovih mitoloških arhetipova bio je umjetnik – znanstvenik, koji predstavlja građevinare, izumitelje i sanjare. Kamuflažu za vojnike oružanih snaga Sjedinjenih Američkih Država izumio je američki slikar Abbot Thayer. Inženjer Earl Bakken izumio je prijenosni pejsmejker prema principu rada metronoma. Japanska umjetnost origamija inspirirala je medicinsko unaprjeđenje tehnologije zračnog jastuka u automobilima. Steve Jobs opisivao je sebe i svoje kolege u Apple-u kao umjetnike.

2008. godine DANA Konzorcij Umjetnosti i Kognicije, filantropska organizacija koja podupire istraživanje mozga, udružila je znanstvenike iz sedam različitih sveučilišta kako bi proučavali utječe li umjetnost na ostala područja učenja. Prema izvješću, neke studije su povezale vježbanje u području umjetnosti sa boljim rezultatima iz područja matematike i čitanja, dok su druge studije pokazale da umjetnost poboljšava pažnju, kogniciju, radnu memoriju i čitalačku fluentnost. Jedan od istaknutijih psihologa 20. stoljeća, profesor sa Sveučilišta Harvard dr. Jerome Kagan čiji je rad dao veliki doprinos razvoju područja razvojne psihologije, tvrdi da umjetnost nevjerojatno doprinosi učenju jer redovito kombinira tri najznačajnija alata koje um koristi da bi stekao, pohranio i komunicirao znanje: motoričke vještine, perceptualni prikaz i jezik.⁶

Na TED konferenciji 2002. godine, doktorica, plesačica i prva afroamerikanka u svemiru rekla je: „Razlika između znanosti i umjetnosti nije u tome da su one različite strane jednog novčića, ili čak različiti dijelovi istog kontinuuma. Znanost i umjetnost su manifestacije istog. Znanost i umjetnost su avatari ljudske kreativnosti.“⁷

⁶ <https://blogs.scientificamerican.com/guest-blog/from-stem-to-steam-science-and-the-arts-go-hand-in-hand/>

⁷ https://www.ted.com/talks/mae_jemison_on_teaching_arts_and_sciences_together

Postoji mnoštvo tumačenja inicijative promjene STEM pristupa u STEAM pristup. STEM učenje uključuje aktivnosti koje potiču znanje potrebno za rješavanje svakodnevnih problema i kritičko razmišljanje. Inicijativa promjene STEM pristupa u STEAM pristup uključuje discipline umjetnosti i dizajna kako bi se promovirao kreativni aspekt znanosti, tehnologije inženjerstva i matematike.⁸

Prema Deron Cameronu, bivšem ravnatelju prve američke certificirane STEAM škole, STEAM pristup predstavlja paradigmu promjene iz tradicionalne filozofije edukacije koja je bazirana na standardiziranim rezultatima ispita, u moderni ideal koji se fokusira na vrijednosti procesa učenja jednako kao i na rezultatima. U suštini, djecu se izaziva da pogriješe, isprobaju mnogobrojne ideje, razmotre alternativna mišljenja i stvaraju bazu znanja koja je primjenjiva u stvarnom životu a ne samo na ispitima.⁹

STEAM je program koji integrira umjetnost dizajna u STEM formulu. STEAM aktivnosti nas pokušavaju naučiti kako koristiti inženjerski i dizajnerski pristup rješavanju problema, pri tome se oslanjajući na znanja iz matematike i znanosti. Akronim A stoji za umjetnost koja u STEAM-u potiče kreativni način razmišljanja i pronalazak kreativnih rješenja za postojeće probleme.¹⁰

Yakman definira STEAM kao znanost i tehnologiju interpretirane kroz inženjerstvo i umjetnost, a sve na temelju matematičkih elemenata (Yakman, 2010).

Tablica 1. Tumačenje STEAM piramide prema Georgette Yakman¹¹

Cjeloživotno	HOLISTIČKI				
Interdisciplinarno	STEAM				
Multidisciplinarno	STEM				A
Disciplina	ZNANOST	TEHNOLOGIJA	INŽENJERSTVO	MATEMATIKA	UMJETNOST

⁸ <https://www.educationalplaycare.com/blog/stem-steam-learning-for-young-children/>

⁹ <https://steamedu.com/>

¹⁰ <https://www.stemlittleexplorers.com/hr/sto-je-stem-zasto-je-uopce-bitno/>

¹¹ <https://steamedu.com/pyramidhistory/>

3. STEAM I PREDŠKOLSKO DIJETE

STEAM pristup učenju iznimno je važan zbog pet disciplina koje se koriste u aktivnostima svakodnevnog života. Ovakav pristup promovira kreativni i analitički način razmišljanja te eksperimentiranje i rješavanje problema (od *eng. problem solving*) kroz metode pokušaja i pogreške. Svaka disciplina STEAM pristupa pomaže djetetu da raste i razvija se te lakše prolazi kroz svakidašnje izazove. Nikada nije prerano početi dijete upoznavati sa STEAM pristupom učenja. STEAM poučavanje može započeti jednostavnim primjerima iz svakidašnjeg života. Npr. kada nešto padne na tlo, djetetu je potrebno objasniti da je objekt pao zbog utjecaja gravitacije.¹²

Predškolska djeca imaju prirodan nagon istraživati STEM područja. Njihova prirodna znatiželja vodi ih prema takvom istraživanju. Često postavljaju pitanja poput: „Kako da svi dobijemo jednak broj keksića?“, „Kako da moj neboder od kocaka bude što viši a da se ne sruši?“, „Kako taj trupac pluta po vodi a ne potone? Zar nije težak?“ (2013, STEM Smart Brief).

Djeca su svakodnevno uključena u STEAM učenje koje počinje vrlo rano. STEAM nije pokazivanje djetetu kartica s informacijama ili poučavanje jednadžbi. STEAM je iskustveno učenje koje djeca prakticiraju svaki dan. STEAM učenje uključuje ispitivanje oblika, građenje utvrda od kartonskih kutija, simboličku igru trgovine, izlivanje tekućina i rastresitih materijala, punjenje i pražnjenje spremnika različitih veličina, miješanje boja kako bi se dobila drugačija boja. Ovo su samo neki od primjera. Mnoge aktivnosti koje djeca izvode uključuju STEAM vještine iako ne razmišljamo o tim aktivnostima na takav način. Kada se djeca igraju, ona istražuju i razvijaju STEAM vještine i teorije o svijetu koji ih okružuje. Kada djeca istražuju svoju okolinu, ona doživljavaju zadovoljstvo koje može doći iz istraživanja, otkrivanja i rješavanja problema. Odgojitelji mogu njegovati razvoj djetetovih STEAM vještina na način da im omogućuju prilike za učenje i materijale koji podupiru istraživanje i otkrivanje. Budući da su STEAM aktivnosti interaktivne i bazirane na istraživanju, one omogućuju djeci mnoštvo prilika da uče i budu aktivno uključena.¹³

¹² <https://www.educationalplaycare.com/blog/stem-steam-learning-for-young-children/>

¹³ <https://eclkc.ohs.acf.hhs.gov/publication/understanding-steam-how-children-use-it>

Istraživanje koje je Američko društvo za inženjerstvo u obrazovanju provelo 2014. godine identificiralo je nekoliko karakteristika kvalitetnih STEM programa (Glancy i sur., 2014). Te karakteristike su:

1. Sadržaj je motivirajući, primjenjiv i uključujući.
2. Djeca integriraju i primjenjuju značajne i važne matematičke i znanstvene sadržaje.
3. Metode učenja su istraživačke i usmjerene su na djecu.
4. Djeca su uključena u rješavanje inženjerskih izazova koristeći inženjerski dizajn.
5. Timski rad i komunikacija su najznačajniji fokus. Kroz cijeli program, djeca imaju slobodu razmišljati kritički, kreativno i inovativno, te imaju priliku doživjeti neuspjeh i ponovno pokušati u sigurnim okruženjima.

ZNANOST → Djeca su prirodni znanstvenici. Ona pokušavaju otkriti kako svijet funkcionira koristeći se određenim koracima koje se zovu znanstvene metode. Znanstvene metode uključuju promatranje, postavljanje pitanja, predviđanje, dizajniranje i izvođenje eksperimenta te raspravu. Čak i dojenčad i djeca od tek godinu dana koriste osnovnu formu znanstvene metode ili izvode male eksperimente kada istražuju i otkrivaju svoju okolinu. Djeca pronalaze uzorke i stvaraju teorije kako bi razumjela ono što vide, prikupila informacije da bi na kraju mogla te teorije i provjeriti. Teorija je poput nagađanja ili mogućeg objašnjenja nečega. Kada malo dijete prijeđe preko blata ono ostavlja tragove iza sebe. Tada dijete na temelju promatranja svojih tragova može razviti teoriju kako način na koji hoda mijenja veličinu i oblik otisaka. Tada može preko blata prelaziti skačući na jednoj nozi ili hodajući na prstima i tako testirati svoju teoriju te provjeriti mijenjaju li se otisci. Kao i znanstvenici, djeca uče od drugih. Ona promatraju što druga djeca i odrasli rade te uče na način da pokušavaju ponoviti ono što su vidjeli, postavljajući pitanja te promatrajući rezultate.

TEHNOLOGIJA → Kada razmišljamo o tehnologiji prvo čega se sjetimo su mobilni telefoni, tableti i računala. Ali T – tehnologija u STEAM pristupu predstavlja i bilo koji objekt koji je stvorio čovjek. Tehnologija uključuje jednostavne alate kao što su kotači, zupčnici, različiti mehanizmi, škare, rampe i slično. Korištenje takvih alata potiče kognitivni razvoj djece jer kada se djeca igraju tim alatima ona promatraju i uče na osnovama uzroka, utjecaja i posljedice. Na taj način djeca mogu razumjeti kako jednostavniji alati pomažu brže ili jednostavnije riješiti zadatke. Npr. djeci je moguće prikazati utjecaj postavljanja kotača ispod teškog objekta što za posljedicu ima jednostavnije premještanje objekta.

INŽENJERSTVO → Inženjerstvo primjenjuje znanost, tehnologiju i matematiku u rješavanje problema. Inženjerstvo je korištenje materijala, dizajniranje i građenje – pomaže nam shvatiti kako i zašto stvari rade i funkcioniraju. Kada djeca dizajniraju i grade kockama ili sastavljaju tračnice ponašaju se kao inženjeri. Kada konstruiraju utvrde od snijega, jastuka ili kartona, rješavaju probleme struktura. Kada shvate kako hrpicom štapića i kamenja blokirati protok vode potočića ili kako se sastavljaju objekti, oni se bave inženjerstvom.

UMJETNOST → Kreativni način razmišljanja je ključan za STEM discipline. Zato je umjetnost integrirana u STEM koncept kako bi on postao STEAM. Znanstvenici, programeri, inženjeri i matematičari moraju biti inovativni i rješavati probleme na kreativan način. STEAM discipline slične su njihovom pristupu učenju. Aktivno i samovođeno otkrivanje su ključ umjetnosti i STEAM učenja. Djeca se uključuju u aktivnosti slikanja, simboličke igre, glazbe i crtanja. Umjetnost je senzorna eksploracija. Djeca mogu osjetiti boju na svojim prstima i vidjeti kako boja mijenja izgled papira. Kako djeca postaju starija, tako u svoj umjetnički izričaj uključuju simbole koji predstavljaju stvarne objekte, događaje i osjećaje. Crtanje i simboličke igre te gluma dopuštaju im da izraze ono što znaju i osjećaju čak i prije nego što znaju čitati ili pisati. Glazba je također povezana sa STEAM vještinama kao što su prepoznavanje uzoraka i obrazaca te brojanja i računanja. Mnoga su istraživanja dokazala da rana iskustva s kreativnom umjetnošću podupiru kognitivni razvoj i poboljšavaju samopouzdanje.

MATEMATIKA → Pod pojmom matematika za predškolsko dijete ubrajamo brojeve, operacije s brojevima, mjerenje, uzorke, geometriju i osjećaj za prostor. Od rođenja do pete godine života djeca istražuju svakodnevne matematičke elemente uključujući učenje pojmova „manje“ i „više“, oblike, veličine, redoslijed, nizanje, obujam i udaljenost. Matematika je alat kojim se djeca koriste svaki dan. Mlađa djeca uče rane matematičke koncepte kao što su geometrija i prostorne veze i relacije kada istražuju nove predmete rukama i ustima. Odgojitelji trebaju podupirati učenje matematike svjesnim i namjernim korištenjem matematičkih izraza kroz dan. Odgojitelji trebaju matematičke koncepte učiniti vidljivima na način da ih povezuju s predmetima i radnjama. Djeca rano počinju shvaćati matematički koncept kao što je „više“ odnosno „još“ i često ga koriste kako bi iskazali želju da žele još hrane ili vode.¹⁴

¹⁴ <https://eclkc.ohs.acf.hhs.gov/publication/understanding-steam-how-children-use-it>



Slika 2. Djevojčica nastavlja niz od žutih i plavih kocaka¹⁵

Sadržaji osnovnih matematičkih pojmova ulaze u područje intelektualnog odgoja, odnosno kognitivnog razvoja. Pojam kognitivnog područja obuhvaća proces razvijanja svih umnih sposobnosti. To je proces stjecanja osnovnog znanja, učenja, razvoj logičkog i apstraktnog mišljenja, razvoj misaonih aktivnosti, radoznalost, buđenje interesa, razvoj emocionalne inteligencije, zadovoljstvo zbog uspjeha te nezadovoljstvo zbog neuspjeha. Usvajanje osnovnih matematičkih pojmova utječe na razvoj svih psihičkih funkcija (percepcija, obogaćivanje predodžbi, pamćenje, pažnja, mašta, govorne sposobnosti), a najviše na misaone procese (analiza, sinteza, zaključivanje), na svojstva mišljenja (misaona samostalnost, interes, znatiželja), kao i na oblike mišljenja (pojam, sud, zaključak). Mišljenjem otkrivamo, procjenjujemo, predviđamo, spoznajemo, kritički ocjenjujemo. Mišljenjem stvaramo unutarnje uvjete za rješavanje problema. Konkretni sadržaji osnovnih matematičkih pojmova logički su povezani s više područja a to omogućuje da se isti sadržaj prenese na različite načine. Mogućnost povezivanja sadržaja je veća što su djeca starija. U četvrtoj godini života djeca osnovne matematičke pojmove usvajaju u korelaciji s tjelesnim odgojem i upoznavanjem okruženja, u petoj godini kroz sve aktivnosti a u šestoj godini ta veza je najviše izražena u korelaciji s likovnim odgojem (Peteh, 2008).

¹⁵ <https://edsource.org/2013/pasadena-center-at-forefront-of-early-math-programs-for-young-children/31238>

Djeca vrlo rano počinju koristiti STEAM vještine. Kada malom djetetu ispadne igračka, ono počinje učiti o gravitaciji. Djeca uzimaju razne predmete u ruke i otkrivaju da su plišane igračke mekane a plastične čašice tvrde. Jednogodišnje dijete promatra i eksperimentira kako bi naučilo zakone fizike kao što su uzrok i posljedica odnosno akcija i reakcija te istražuju kada vide nešto što krši ta pravila. Prilikom jednog istraživanja, djeci je e prikazana igračka automobila kako se kotrlja sa stola i zatim lebdi u zraku. Drugoj djeci prikazana je igračka automobil koja se kotrlja niz rampu, i zatim bez poteškoća prolazi kroz čvrstu prepreku. To su dva slučaja koja se ne mogu dogoditi u stvarnosti. Djeca koja su vidjela autić kako lebdi usred zraka bacala su autić i istraživala koncept gravitacije. Djeca koja su vidjele kako autić prolazi kroz čvrstu prepreku udarala su autić u stol te istraživala koncept gustoće. Dječji urođeni interes možemo poticati na način da ih izlažemo novim materijalima i mjestima puštajući im da prate svoju znatiželju kada promatraju nešto što neobično. Kako djeca rastu, igra postaje sve veći dio njihovog života. Eksploracija i iskustveno učenje prirodno uključuju STEAM vještine. Jedna studija otkrila je da prilikom slobodne, nestrukturirane igre da su četverogodišnja i peterogodišnja djeca gotovo pola vremena provela uključena u aktivnosti koje se su usko povezane s matematikom. Igra često uključuje matematički jezik i razmišljanje iako sama matematika nije direktan fokus dječje aktivnosti. Djeca postavljaju pitanja poput: „Koliko je puno?“ i „Koliko malo je malo?“. Često koriste svoje tijelo kako bi pokazala veličinu na način da pružaju i istežu ruke kako bi pokazali kolika je bundeva ili drže prste spojenima kako bi pokazali kako je nešto bilo samo malo strašno. Rana igra s matematičkim idejama i konceptima polaže temelje za razvoj kompleksnijih matematičkih i znanstvenih vještina koje slijede. Dakle ako djeci omogućimo vrijeme za slobodnu igru pružamo im način da grade temelje koje će kasnije trebati i koristiti kroz život. Odgojitelji imaju važnu ulogu u organiziranju i prilagođavanju okoline za igru kako bi bili sigurni da je poticajna za STEAM eksploracije. Djeca su prirodno motivirana za rješavanje problema. Kada imaju aktivnu ulogu u učenju ona odlučuju što će raditi i uče dok to rade. Kada su djeca zainteresirana za ishod njihovog postupka, samostalno stvaraju teorije koje potom testiraju i prilagođavaju. Kada samostalno izvode aktivnost djeca eksperimentiraju, ispravljaju pogreške i razvijaju strategije. Ako djeci tijekom slobodne igre pokažemo komplet čašica koje su spojene jedna za drugu, a kasnije im ponudimo razdvojene čašice bez ikakvih uputa, djeca će se truditi shvatiti kako da ih spoje. Kada djeca sama vode svoju eksploraciju tada također uvježbavaju vještine kao što su usmjeravanje pažnje, motivacija, donošenje odluka, planiranje i rješavanje problema. Sve ove vještine spadaju u izraz „izvršne funkcije“. Ostale vještine koje spadaju u ovaj termin su prebacivanje između zadataka, organizacija, samokontrola odnosno reguliranje emocija i ponašanja, te pamćenje.

4. KOMPETENCIJE ODGOJITELJA I POTICANJE STEAM PRISTUPA

Odgajatelj uvelike određuje cjelokupnu kvalitetu i perspektivu znanja i iskustava djece u vrtiću. Djeca su intrinzično motivirana za učenje i razumijevanje svijeta oko sebe. Ona svoja znanja ne prisvajaju od odraslih nego ih konstruiraju na temelju vlastite aktivnosti i iskustva te raspravljajući o onome što razmišljaju i znaju s drugom djecom i odraslima. Odgajateljeva uloga je pružiti neizravnu podršku procesu učenja i istraživanja od strane djece na način da stvara bogato i poticajno prostorno-materijalno okruženje te razvijati različite kompetencije poput istraživanja osobne prakse, promatranja i dokumentiranja aktivnosti djece te poznavanja znanstvenih pojmova (Vujičić i sur., 2016).

4.1. Korištenje STEAM izraza u govoru

Jedan od načina na koji odgojitelji mogu poticati STEAM učenje je govorom, odnosno korištenjem STEAM izraza. Jezik koji odgojitelji koriste kada su s djecom može poticati kreativno razmišljanje, refleksiju, igre pretvaranja i rješavanje problema. Kada promatraju, slušaju i odgovaraju na dječje interese, odgojitelji podržavaju njihovu znatiželju. Kada se djeci pruži prilika da komuniciraju svoje misli i ideje ona razvijaju svoje vlastito mišljenje. Postavljanje pitanja je važan način vođenja dječje eksploracije. To je važno za djecu svake dobi – čak i dojenčad mogu pružiti neverbalne odgovore. Opisivanje opažanja je izvrstan način da djeca izgrade vokabular. Npr. „Kamen je tvrd.“ Ili „Na dodir je kvrgav.“ Vrlo je važno da odgojitelji provode STEAM aktivnosti na način da se djeca upoznaju s koracima uključenim u rješavanje problema što uključuje razmišljanje naglas, korištenje STEAM izraza poput „promatrati, istražiti, predvidjeti, eksperiment, itd.“

4.2. Rješavanje problema i poticajna pitanja

Postavljanje pitanja pomaže djeci refleksirati ono što pokušavaju napraviti, uspjelo to ili ne, te osmisliti koji je sljedeći korak. Slušanje djeteta pomaže odgojitelju naučiti u kojemu je dijete procesu razmišljanja te proširiti njegovo znanje. Na taj način potiče se djetetovo uključivanje i upornost prilikom rješavanja problema. Nekoliko je korisnih pitanja koja potiču rješavanje problema a mogu se koristiti s djecom svake dobi:

- Što/na čemu radiš?
- Što primjećuješ?
- Što si pokušala?
- Što si isprobala?
- Što se dogodilo?
- Što ćeš sljedeće napraviti?
- Što bi još mogla isprobati?
- Što misliš da će se dogoditi?
- Što je bilo drugačije u drugom pokušaju?

4.3. Matematički koncepti i poticajna pitanja

Svakidašnji govor može napraviti veliku razliku u djetetovom shvaćanju ranih matematičkih koncepta. Postoje fraze i pitanja kojima odgojitelj može poticati djecu na razmišljanje o matematičkim konceptima u bilo kojim aktivnostima. Kada odgojitelj pita „Što je veće/manje/lakše/teže?“ dijete može izmjeriti i opisati. „Ti imaš veliku loptu a ja imam malenu loptu. Tvoja lopta je veća od moje!“ Vrijedi postaviti još neka pitanja poput:

- Koliko ih je? (koristi se za usporedbu ili rješavanje problema)
- Koji je manji?
- Koji je najmanji?
- Koliko često?

Djeca učestalo koriste matematičke koncepte kada se igraju. Što više „matematičkog jezika“ djeca čuju kroz dan, njihovo znanje matematike je veće. Odgojitelji mogu poticati matematičko izražavanje i kada se radi o aktivnostima koje nisu definirane kao matematičke. Kada se spremaju igračke potrebno je poticati djecu da ih sortiraju u odgovarajuće košare. Na taj način podupiru se vještine klasifikacije. Za vrijeme doručka moguće je poticati razumijevanje geometrije na način da se razgovara o obliku hrane. Npr: „Kada prerežem sendvič ovako, dobijem dva trokuta.“ Za usvajanje koncepta brzine postavlja se pitanje „Koliko brzo ide?“, za koncept udaljenosti „Koliko je daleko?“, te za koncept mjerenja „Tko je složio najviše kocaka?“.

4.4. Kreativnost i poticajna pitanja

Djeca na svijet dolaze otvorenog uma. Ona razmišljaju izvan okvira. Dječji crtež može biti ptica, super junak ili nešto drugo. Osvrt na dječje radove treba biti poticajan a ne osuđujući, ali objektivn. Također treba poticati djecu da opisuju što su napravila. Primjeri:

- Reci mi na čemu radiš.
- Proizvela si vrlo zanimljive zvukove svojim zvečkama.
- Pričaj mi o svome crtežu.
- Primjetila da sam da si koristio četiri različite boje i popunio cijeli papir.

Na ovaj način odgojitelj može naučiti više o tome što dijete razmišlja bez da osuđuje ili ima neke pretpostavke o dječjem radu. Kada dijete odgovara na ovakva pitanja razvija vještine govorenja i izražavanja svojih ideja kroz refleksiju, koristeći narativna opisivanja. Poželjno je postavljati pitanja vezana uz znanstveni proces i matematiku:

- Što se događa kada pomješaš ove dvije boje?
- Kako si napravio ovaj oblik svojom glinom?
- Što se događa kada zvečke tresesh jako sporo/jako brzo?
- Kako si napravila da to stoji uspravno?

4.5. Smjernice za rad s djecom i aktivnosti koje podupiru STEAM koncept

STEAM je svugdje oko nas i čeka da ga djeca otkriju. Odgojitelji trebaju biti aktivni, poticati djecu, učiti o STEAM pristupu s kolegama i pomagati djeci da nauče i istraže STEAM koncept. Neke od mnoštva smjernica za rad:

- koristiti materijale koji uključuju osjetila: dodir, miris, okus, zvuk i vid
- ponuditi djeci da degustiraju hranu i uspoređuju okuse
- pitati koja je hrana hrskavija, slađa ili mekša i glađa
- Znanost se može kombinirati s umjetnošću na način da se djeci ponude različite površine koje djeca bojavu istom bojom a nakon toga uspoređuju pojavu te boje
- osmisliti i planirati aktivnosti prilikom kojih će djeca brojati, mjeriti i vagati, nizati predmete po veličini ili boji

- igrati pokretne igre ili igre u kojima imaju izvršnu funkciju poput jednostavnog pljeskanja uzoraka i rima te izvršavanje zadataka sortiranja
- što više koristiti STEAM izraze u svim vrstama aktivnosti
- istraživati okolinu
- poticati eksploraciju na svježem zraku i u prirodi
- postavljati pitanja o bojama, oblicima i teksturama
- uspoređivati predmete i pojave koje se mogu istražiti dodirrom
- planirati slobodno vrijeme.

Nekoj djeci treba više vremena kako bi se potpuno uključila u eksploraciju i istraživanje. Starijoj djeci nekada treba nekoliko dana ili čak tjedana da potpuno istraže neke koncepte. Primjer svakidašnjih i uobičajenih lako dostupnih materijala koji potiču STEAM razmišljanje:

- lopte
- knjige
- materijali za simboličke igre
- dvodimenzionalni i trodimenzionalni oblici i predmeti
- kocke, setovi za građenje
- koloturi, kotači, rampe
- karton, kutije
- glina, boje: vodene boje, tempere, voštane boje i slično
- škare, ljepilo
- ravnala i trake za mjerenje
- tube, posude i lijevci
- pijesak i voda
- snijeg i led
- povećala
- štapovi, kamenje i biljke
- pečati

5. PRIMJER STEAM AKTIVNOSTI

U ovom poglavlju prikazati će se primjeri uobičajenih aktivnosti koje se provode s djecom predškolske dobi, koje ne možemo okarakterizirati kao STEAM aktivnosti, te način na koji one to vrlo lako mogu postati. Prilikom odabira aktivnosti potrebno je obratiti posebnu pažnju na to da se koristi barem nekoliko STEAM disciplina ako se već ne mogu integrirati svih pet.

5.1. Klijanje graha i sustav navodnjavanja

Kada s djecom izvodimo aktivnost klijanja graha u lončiću, to svakako jest istraživačka aktivnost ali nikako ne možemo reći da je to STEAM. Osim što s djecom možemo razgovarati o procesu rasta biljke, objasniti im dijelove biljke te njihove funkcije, možemo napraviti i puno više od toga. Kada bi djecu poticali da otkriju kako bi mogla dizajnirati jednostavan sustav samonavodnjavanja i slože konstrukciju od drvenih štapića koja će podupirati biljku dok raste, i kada bi djecu poticali da prate rast i razvoj biljke mjerenjem visine stabljike i veličine listova, tada već možemo tu aktivnost nazvati STEAM aktivnošću. Onda su djeca osmislila način na koji se biljku ne mora često zalijevati nego biljka sama može korjenjem „povlačiti“ onoliko vode koliko joj je zaista potrebno te ju je nemoguće previše ili premalo zaliti. Djeca su potaknuta da prate zalihu vode sustava navodnjavanja. Također, u tom slučaju su djeca osmislila i drvenu konstrukciju na koju je biljka privezana ili oslonjena te potpomaže njen pravilan i uspješan rast. Tijekom ove aktivnosti s djecom se može provoditi pokretna igra „kako biljka raste“. Djeca će se izražavati kroz pokret, ritam i simboličku igru. U ovakvoj aktivnosti prisutni su elementi znanstvenog razmišljanja, znanstvenih metoda, inženjeringa, umjetnosti i matematike.



Slika 4: Samonavodnjavanje¹⁶

¹⁶ <https://edsources.org/2013/pasadena-center-at-forefront-of-early-math-programs-for-young-children/31238>

5.2. Vuk, tri praščića i STEAM

Drugi primjer uobičajene aktivnosti je čitanje priče „Vuk i tri praščića“. Ovu aktivnost možemo izvoditi koristeći STEAM pristup učenju na način da nakon razgovora o priči prilikom kojeg se koristi što više STEAM izraza, djeci se ponude različiti materijali kako bi izradila kućice kao iz priče. Djeci starije vrtićke dobi mogu se ponuditi drveni štapići, glina, slama, savitljive žice, selotejp, škare, kamenje, karton i slično. Djeci mlađe vrtićke dobi mogu se ponuditi jednostavniji materijali poput drvenih olovaka ili slamki. Zatim djeci treba postavljati poticajna pitanja poput „Kako možemo testirati koliko su naše konstrukcije čvrste?“. Nakon njihovih odgovora djeci se mogu ponuditi lepeze kako bi testirali svoje konstrukcije na vjetar. Primjer poticajnog pitanja: „Kako bi mogli testirati kućicu na vjetar da nemamo lepeze?“. Poticati djecu da što jače pušu u smjeru konstrukcija. Ako se konstrukcija sruši potrebno je postavljati poticajna pitanja kako bi djeca osmislila kako svoje konstrukcije mogu učvrstiti i unaprijediti. Nakon završetka rada s konstrukcijama djeci se mogu ponuditi vodene boje kako bi naslikala faze izgradnje njihovih kućica, ili primjere kako bi izgledao vjetar kada bi ga mogli vidjeti. S djecom se također može pjevati pjesmica „Tko se boji vuka još“ uz pljeskanje ritma. U ovoj aktivnosti naglasak je na inženjerstvu ali koriste se i ostale discipline – znanstvena metoda pokušaja i pogreške, umjetnost – pjevanje i slikanje, te se koriste matematičke vještine poput mjerenja, nizanja i uspoređivanja.



Slika 5. Testiranje konstrukcije puhanjem¹⁷

¹⁷ <https://brookslibraryyouth.wordpress.com/2013/09/04/science-storytime-3-little-pigs/>

ZAKLJUČAK

U STEAM pristupu ne inzistira se na pamćenju i ponavljanju, praznim činjenicama, znanju svega i svačega, točnosti i postignuću nego se djecu uči kako razmišljati i učiti na način da ih se potiče da slobodno istražuju ne samo bez straha od pogreške, nego na temelju pokušaja i pogreške, modifikacije i analize, s otvorenim i znatiželjnim umom. Svaki novi pojam, svaki pokušaj i pogreška dovodi do neke nove spoznaje i pomaže im da shvate kompleksni svijet koji nas okružuje. Odgojitelj treba biti primjer i pokazivati kako je zabavno i dobro otkrivati i učiti, te prikazati djeci kako nekada nećemo naći odgovor iz prvog pokušaja te da ne postoji jedan točan odgovor nego mnoštvo njih. Želja da istražujemo i razmotrimo koji je najbolji odgovor definira kreativne mislioe. Budućnost će zahtijevati takav pristup i naša je dužnost djecu za to pripremiti. STEAM pristup se može i treba primjeniti u ranom i predškolskom odgoju i obrazovanju. Dužnost odgojitelja i ostalih sudionika u djetetovu odgoju i obrazovanju je na prvom mjestu uvijek usvajati nova znanja i prakticirati cjeloživotno obrazovanje kako bi onda ta ista znanja mogli primjeniti u radu s djecom. Odgojitelji također moraju preispitivati sebe, svoja znanja i uvjerenja, time nesvjesno utjecati na implicitnu pedagogiju te biti reflektivni praktičari. Svijet oko nas se mijenja brže nego ikad prije, i uz sav napredak, inovacije i promjene naša je dužnost djeci omogućiti relevantno znanje i poučiti ih vještine koji će im dozvoliti da postanu ravnopravni građani 21. stoljeća. STEAM pristup učenju i razvijanje STEAM vještina izvrstan su alat za to.

LITERATURA:

Knjige:

1. Peteh, M. (2008) *Matematika i igra za predškolce*. Zagreb: Alinea
2. Vujičić, L., Boneta, Ž., Ivković, Ž., Uljanić, K., Močibob, G. (2016) *Razvoj znanstvene pismenosti u ustanovama ranog odgoja*: Sveučilište u Rijeci, Učiteljski fakultet, Centar za istraživanje djetinjstva.

Mrežno dostupni radovi:

1. Glancy, A., Moore, T., Guzey, S., Mathis, C., Muruyama Tank, K., Siverling, E., (2014) *Examination of Integrated STEM Curricula as a Means Toward Quality K12 Engineering Education (Research to Practice)*
Pribavljeno 15.9.2015. sa <http://hub.mspnet.org/index.cfm/27336>
2. Jolly, A. (2014). *STEM vs. STEAM: Do the Arts Belong?* Education Week Teacher.
Pribavljeno 15.9.2019., sa
<https://www.edweek.org/tm/articles/2014/11/18/ctq-jolly-stem-vs-steam.html>
3. MZOS (2014) Strategija obrazovanja, znanosti i tehnologije.
4. STEM Smart Brief (2013), *Nurturing STEM skills in young learners, Prek-3*.
Pribavljeno: 15.9.2019., sa
<http://successfulstemeducation.org/resources/nurturing-stem-skills-young-learners-prek%E2%80%933>
5. Yakman, G., (2010) *What is the Point of STEAM? A Brief Overview of STEAM Education*. Pribavljeno: 14.09.2019., sa
https://www.academia.edu/8113832/What_is_the_Point_of_STEAM_A_Brief_Overview_of_STEAM_Education