

# Fizika kao okosnica ranog znanstvenog obrazovanja u vrtićima i razrednoj nastavi

---

**Bekavac, Filipina**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2019**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Science / Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:217:311105>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-05**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET  
FIZIČKI ODSJEK

Filipina Bekavac

FIZIKA KAO OKOSNICA RANOG ZNANSTVENOG  
OBRAZOVANJA U VRTIĆIMA I RAZREDOJ  
NASTAVI

Diplomski rad

Zagreb, 2019.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET  
FIZIČKI ODSJEK

INTEGRIRANI PREDDIPLOMSKI I DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ  
FIZIKA; SMJER: NASTAVNIČKI

**Filipina Bekavac**

Diplomski rad

FIZIKA KAO OKOSNICA RANOG ZNANSTVENOG  
OBRAZOVANJA U VRTIĆIMA I RAZREDOJ  
NASTAVI

Voditelj diplomskog rada: Doc. dr. sc. Dalibor Paar

Ocjena diplomskog rada: \_\_\_\_\_

Povjerenstvo: 1. \_\_\_\_\_

2. \_\_\_\_\_

3. \_\_\_\_\_

Datum polaganja: \_\_\_\_\_

Zagreb, 2019.

Zahvaljujem se Nataši Malnar, voditeljici skupine Baltazar, pedagogici Đurđi Grozdanović i Dječjem vrtiću Trešnjevka na suradnji u izvedbi radionice fizike.

## Sažetak

Tema ovog rada je rano učenje s naglaskom na fiziku. Tijekom 20. stoljeća prevladavalo je mišljenje da su djeca u vrtiću premlada za upoznavanje s konceptima prirodnih znanosti i da se u tim godinama trebaju samo igrati. Brojna istraživanja s početkom 21. stoljeća pokazuju da je upoznavanje djece s konceptima prirodnih znanosti, tehnologije, inženjerstva i matematike (STEM) ključno za njihovo daljnje napredovanje i usmjeravanje prema tim područjima. Kada govorimo o fizici, zainteresirati djecu za fiziku u višim razredima osnovne škole ili u srednjoj školi je jako teško. Tada više ne postavljaju pitanja, ne istražuju. Djeca u ranoj dobi su znatiželjna, postavljaju pitanja, izvode pokuse. Stoga je to pravo razdoblje da ih se izloži zanimljivim fizikalnim konceptima i potakne na suradnju i istraživanja. Kako se u ranoj dobi najintenzivnije stvaraju trajne kognitivne veze u mozgu, ovakav pristup stvara temelje na kojima se puno kvalitetnije mogu graditi daljnja znanja u STEM područjima. U okviru ovog rada dan je prikaz nekih iskustava uvođenja ranog učenja fizike u svijetu te je osmišljena i izvedena radionica pod nazivom „Gledajmo zvuk, slušajmo svjetlost“. Razvoj ideja i programa ključan je za edukaciju odgajatelja i učitelja kako bi samostalno mogli uvoditi ovakve sadržaje u nastavu.

Ključne riječi: rano učenje, STEM, fizika

## Abstract

The subject of this diploma thesis is early learning with an emphasis on physics. During the 20th century, the opinion was that children in kindergarten were too young to get acquainted with the concepts of natural sciences and that they should only play in those years. Numerous researches at the beginning of the 21st century show that introducing children with the concepts of natural sciences, technology, engineering and mathematics (STEM) is key to their further advancement and orientation towards the area. When talking about physics, making children interest in physics in elementary or secondary school is very difficult. They no longer ask questions, they do not investigate. Children at an early age are curious, ask questions, perform experiments. This is the right time for them to be exposed to interesting physical concepts and to encourage cooperation and research. Since the most intense forms of permanent brain connections are at an early age, such an approach creates the basis for building more knowledge in STEM areas much better. Within this thesis, we present some of the experiences of introducing early learning of physics in the world, and a workshop called "Let's See the Sound, Listen to the Light" has been designed and performed. The development of ideas and programs is crucial for educating kindergarten educators and teachers to introduce such content into teaching.

Key words: early learning, STEM, physics

# Sadržaj

<b>1. UVOD.....</b>	<b>6</b>
SREDIŠNJE IDEJE KREATIVNIH MALIH ZNANSTVENIKA .....	6
DOPRINOSI KONCEPTUALNOG MODELA .....	6
ISTRAŽIVAČKA PITANJA, PRISTUPI I REZULTATI .....	9
<b>2. FIZIKA U VRTIĆU.....</b>	<b>16</b>
POKUS 1- BOCA S OPNOM I SVIJEĆA .....	17
POKUS 2 - TELEFON.....	19
POKUS 3 - SPEKTAR BIJELE SVJETLOSTI .....	20
POKUS 4 – POLARIZACIJA SVJETLOSTI.....	23
<b>3. KONCEPT ZA SAT „GLEDAJMO ZVUK, SLUŠAJMO SVJETLOST“ ....</b>	<b>26</b>
<b>4. ZAKLJUČAK .....</b>	<b>31</b>
<b>5. LITERATURA.....</b>	<b>32</b>

## 1. Uvod

U težnji za izgradnjom strategije i prakse u prirodoslovlju i matematici za poticanje kreativnosti, istraživačkog učenja i poučavanja kod djece od 3-8 godina pokrenut je projekt *Kreativni mali znanstvenici* koji je financiran 30 mjeseci od strane EU u devet država (URL3, 2019). Projekt je fokusiran na učenje prirodoslovlja i matematike u ranim godinama povezano s kreativnosti. Ideja projekta bila je dati preporuke, kurikulum i primjere za edukaciju učitelja. Da bi se to ostvarilo, potrebna je ekspertiza najviše razine i kvalitete u područjima ranog učenja prirodnih znanosti i matematike, kreativnosti u obrazovanju, kognitivne psihologije, komparativnih obrazovnih studija i treninga učitelja.

### 1.1. Središnje ideje Kreativnih malih znanstvenika

Bazu istraživanja, koja je fokusirana na rano učenje prirodnih znanosti i matematike i kreativnost predstavljaju četiri ideje<sup>1</sup>:

- Važnost obrazovanja unutar gospodarstva, koja stavlja težnju na sposobnost prirodnoznanstvenog i kreativnog razmišljanja u rastućoj globalnoj ekonomiji temeljenoj na znanju. To zahtjeva određene sposobnosti u učionici, uključujući sposobnost razlučivanja, inovativnog razmišljanja te pozitivan stav.
- Uloga prirodnih znanosti, matematike i kreativnosti u razvoju djece i građana.
- Uloga ranog učenja s naglaskom na postojeće dječje iskustvo i promoviranje pozitivnih vrlina.
- Uloga suvremenih tehnologija u obrazovanju.

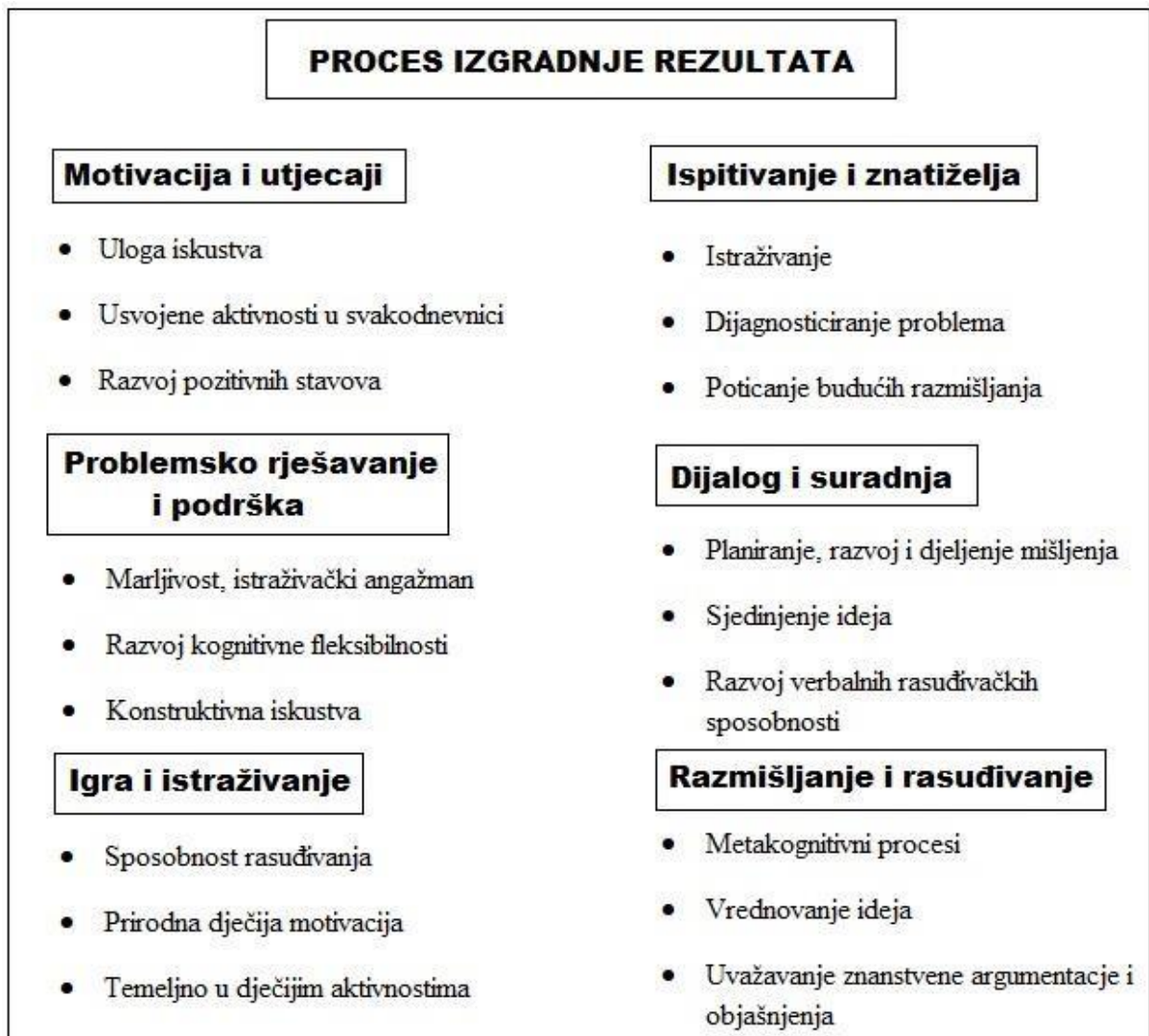
### 1.2. Doprinosi Konceptualnog Modela

Za izradu teorijskog, konceptualnog modela, korištena je literatura o prirodnim znanostima i matematici u ranom učenju, kreativnosti u obrazovanju, kreativnosti kao vještini, učenju i praktičnom vježbanju učiteljskog pristupa te kognitivnoj psihologiji i komparativnom obrazovanju. Pri tome je ključna definicija kreativnosti u ranom učenju prirodoslovlja i matematike: stvaranje ideja u samostalnom ili timskom radu, kritičko razmišljanje te stvaranje prihvatljivih objašnjenja i strategija na temelju dostupnih dokaza.<sup>2</sup> Određene su sličnosti i razlike između znanstvenih istraživanja i kreativnih pristupa u znanstvenom obrazovanju (Slika 1).

---

<sup>1</sup> Dr. Stylianidou, F. (2007-2013)

<sup>2</sup> Craft, 2001

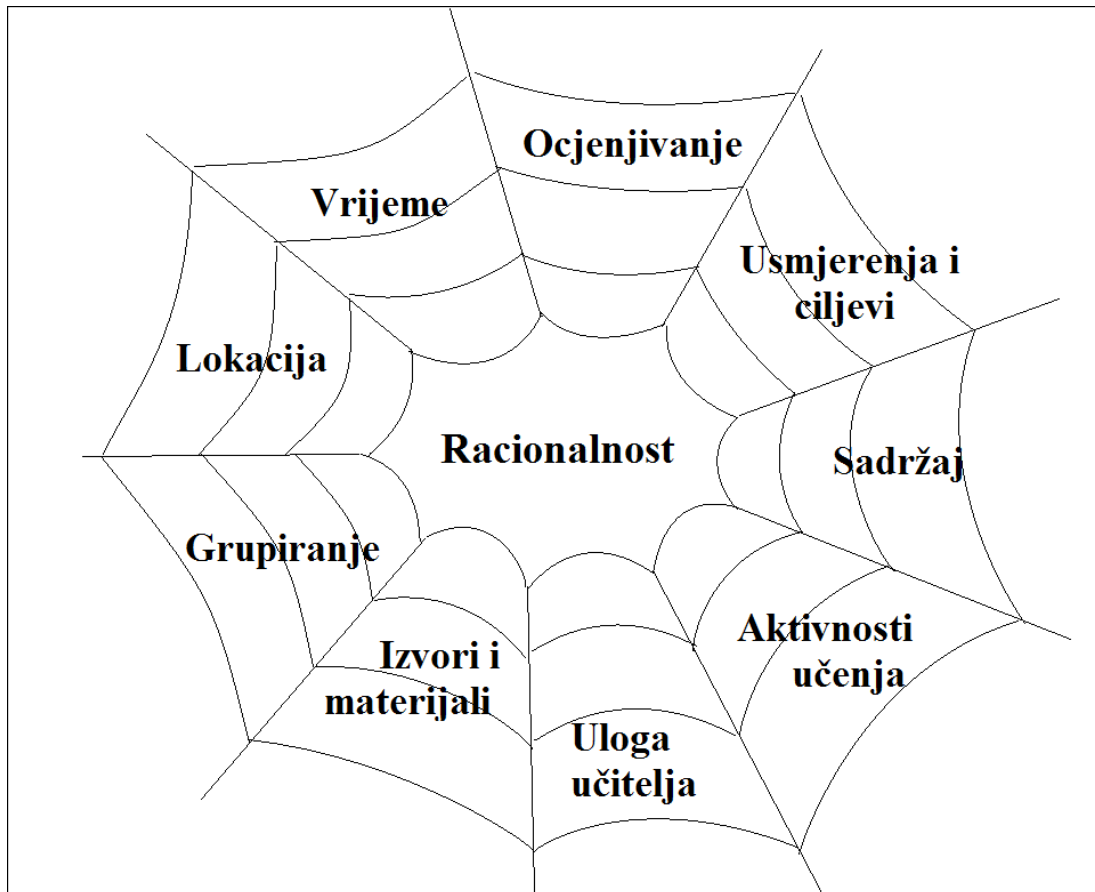


Slika 1. Pedagoška povezanost između kreativnog obrazovnog procesa i prirodnih znanosti i matematike u ranom učenju

Konceptualni model obuhvaća niz komponenti, od ciljeva, svrhe, prioriteta, izvođenja nastave, učenja do evaluacije, što možemo povezati „Ranjivom paukovom mrežom“ (Slika 2) koja opisuje glavna pitanja o aspektima učenja u školi.<sup>3</sup>

<sup>3</sup> Van den Akker, 2007





Slika 2. Ranjiva paukova mreža, prema (van den Akker, 2007).

Racionalnost u sredini se referira na centralnu misiju kurikulumu. Ona je najveća točka kurikulumu, a devet ostalih su idealno povezane s racionalnosti i međusobno. Paukova mreža ilustrira više interakcija i međuovisnosti dijelova, ali i jednako tako i samu ranjivost. Ako posvetimo previše pozornosti jednoj od komponenti, to je kao da vučemo određeni dio mreže i ona će zbog napetosti puknuti.

Gradnja kosog tornja u Pisi je dobar primjer gdje djeca promatraju, predviđaju i komuniciraju o svojim idejama demonstrirajući svoju kreativnost, jednako kao što povezuju promatranja i koriste analitičke sposobnosti u dolaženju do rezultata. Djeca od 5 godina su dobila drvene blokove za igranje i knjigu sa slikama zgrada u svrhu proširenja znanja. Inspirirani time, pokazali su kreativnost u njihovom smislu inicijative i mašte u stvaranju plana za projekt gradnje. Jedno dijete je počelo s gradnjom, ali se zgrada srušila. Učitelj ga ohrabrio te se povukao nazad puštajući ga da radi s drugim djetetom. Pregledom istraživačkih rezultata povezanih s kreativnošću i ranim učenjem definirana je lista varijabli koje na to utječu. U okviru ovog rada dotaknut ćemo se nekih od njih.

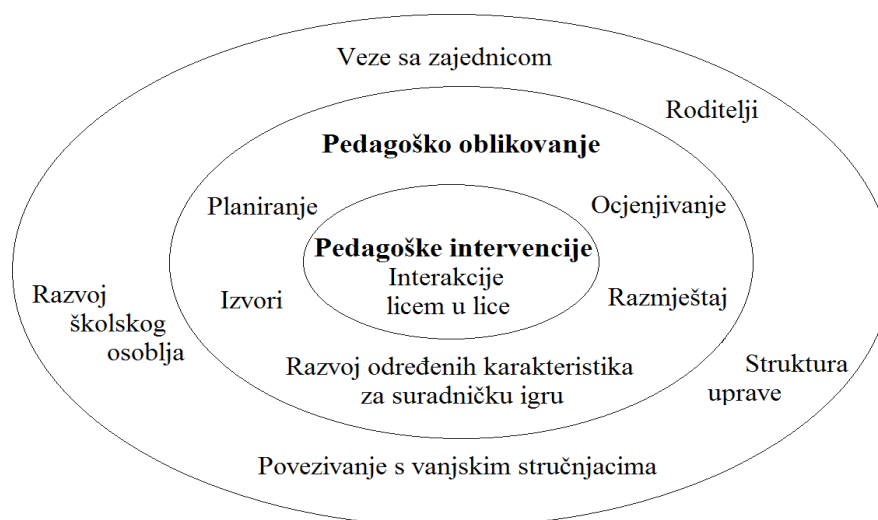
### 1.3 Istraživačka pitanja, pristupi i rezultati

Fokus je na prepoznavanju i karakteriziranju kreativnosti tijekom ranog učenja prirodnih znanosti i matematike, povezane s dječjim učenjem i učiteljskom pedagogijom. U odnosu na konceptualni i istraživački fokus i metodološko oblikovanje razvijeno u *Konceptualnom Modelu*, istraživačka pitanja su oblikovana percipiranjem, evidentiranjem i razvojem prakse, pa imamo<sup>4</sup>:

1. Kako se poučavaju, uče i ocjenjuju prirodne znanosti i matematika tijekom ranog učenja gledano od strane učitelja i metoda poučavanja. Koju ulogu igra kreativnost u tome?
2. Koji pristupi se pri tome koriste i koja je uloga kreativnosti?
3. Na koje načine ti pristupi teže poticanju dječjeg učenja i motivacije u prirodnim znanostima i matematici? Kako učitelji doživljavaju svoju ulogu u tome?
4. Kako se odgovori na prethodna pitanja mogu primijeniti u praksi u razredu i učiteljskoj edukaciji?

Ova pitanja koja su povezana s kurikulumom i listom varijabli, također su i grupirana u dva glavna fokusa praktičnog rada upotpunjena pedagoškim modelom (Slika 3) <sup>5</sup>

- Pedagoške interakcije zabilježene promatranjem prakse lice u lice i slušanjem dječjeg razmatranja.
- Pedagoško oblikovanje zabilježeno kroz učiteljska razmatranja u razredu i šire informacije u vezi s učiteljem, školom, kurikulumom i ocjenjivanjem.



Slika 3. Pedagoški model

<sup>4</sup> Dr. Stylianidou, F. (2007-2013)

<sup>5</sup> Siraj-Blatchforda I., 2002

Kurikulum prirodnih znanosti je fokusiran na ulogu djece kao građana s istaknutom svijješću o znanosti kao sastavnog dijela života. S učiteljskog gledišta, učenje znanosti u praksi je puno potpunije. Ono je zamišljeno da primarno doprinosi socijalnim aspektima učenja, kao i rastu interesa i pozitivnih stavova prema znanosti te znanstvenom učenju. Istraživanje pokazuje da je ovo gledište u kontrastu sa službenim dokumentima u pojedinim zemljama gdje je naglasak na razvoju nastave i razumijevanju prirodnih znanosti i matematičkih ideja te procesnih vještina povezanih sa znanstvenim istraživanjem. Primjer poticanja dječjih interesa, znatiželje te istraživačkog duha je vođenje djece svaki vikend u šumu, da im se omogući prilika za istraživanje u prirodnom okruženju. Škola bi se pobrinula za odjeću i resurse potrebne za odlaske u šumu u bilo kojim vremenskim prilikama. Također im je omogućena razna oprema potrebna za jednostavno istraživanje. Istraživanje jednog djeteta ilustrira prilike za poticanje kreativnog upravljanja posebice motivacije, znatiželje i smisla za inicijativu u aktivnoj provedbi vlastitih interesa i promatranja. Dječak je dosta vremena proveo na zaleđenom jezeru i promatrao, kad je vidio male mjehuriće razbio je led „*da žabe mogu disati*“. Drugi fokus je bio fotografiranje raznih vrsta gljiva. Na kraju dana dječak je istaknuo dvije aktivnosti ( razbijanje leda i fotografiranje ) te povezivao sa ranijim posjetima šume.

### **Gledišta učitelja**

Specifična obilježja za istraživanje su zamišljena s učiteljskog gledišta i kroz strateške dokumente. Učitelji u predškolskim i nižim razredima osnovne škole se usmjeravaju na istraživačko učenje ( ključni dio strateških okvira u svim državama ), naročito kroz učenje aktivnosti povezanih sa promatranjem, ispitivanjem, komuniciranjem i korištenjem jednostavnih alata, koji zauzimaju dominantno mjesto u istraživanju. Unatoč zamisli o učenju baziranom na istraživanju, učiteljski odgovori se rijetko odnose na istraživačke aktivnosti koje su povezane s praktičnim istraživanjima i korištenjem podataka za konstruiranje objašnjenja.

Učitelji poštuju vrijednosti pedagoških pristupa koji promoviraju dijalog i suradnju među djecom, iako često u tim pristupima ne vide potencijal za razvoj dječje kreativnosti. Ograničene su smjernice s obilježjima kreativnosti koje mogu potaknuti dijaloge i suradnje te je ograničena potpora učiteljima u poticanju kreativnosti koristeći razredne diskusije i zajednički rad. Učenje djece na temelju ranijeg iskustva ili povezivanje prirodnih znanosti i matematike sa svakidašnjim životom su među najkorištenijima.

Postoji nejednak tretman pristupa u različitim zemljama koji se odnosi na igru i istraživanje. Izvještaji učitelja iz predškolskog odgoja pokazuju korištenje otvorenih formi igranja. Uloga igranja je značajnija nego kod učitelja u osnovnoj školi, te oni to zamišljaju kao „kreativno moguće“. Promoviranje zabavnog istraživanja je izraženo u predškolskom kurikulumu više nego u onom za osnovnu školu. Strategija i učitelji potiču djecu pri istraživanju materijala. To je pristup koji pripada „kreativno mogućem“, pogotovo za osnovnu školu. Za postizanje dječje kreativnosti ( posebno u predškolskoj dobi ) učitelji teže pristupu rješavanja problema i pružanju podrške. „Kreativno moguće“ je praksa kojom učitelji ohrabruju djecu da postavljaju pitanja i njeguju svoje zamisli. Inače, uloga učitelja bi se svela na ispitivanje i vrednovanje pristupa te bi bila puno ograničenija saznanja o njihovim idejama i kreativnosti.

Učenje pristupom povezanog s razmišljanjem i rasuđivanjem ima ograničen domet u poticanju dječje kreativnosti. Pri tome učitelji sebe vide kao asistente u dječjem istraživanju, koji zadržavaju upute sve dok je učenik sposoban ispitivati i istraživati sam ili s drugima. Što se ocjenjivanja tiče, teži se da zajednički fokus bude produkt, odnosno cilj, a ne proces. Dok je široko naglašeno vrednovanje prirodnih znanosti i matematike, puno manje pažnje se daje vrednovanju istraživačkih procesa i proceduralnog razumijevanja, a još manje socijalnim i djelotvornim dimenzijama učenja.

### **Pristupi u ranom učenju**

Stvaranje i evaluacija istraživačkih i kreativnih ideja te strategija u predškolskom odgoju i osnovnoj školi bazira se na motivirajućim sadržajima za igru i za istraživanje, koji su povezani s dječjim svakodnevnim iskustvom. Dijalog i suradnja, kao grupni rad i učiteljsko ispitivanje, igraju bitnu ulogu u poticanju procesa razmišljanja i objašnjenja povezanih s evaluacijom ideja i strategija. Jako je bitna odgovornost učitelja te njegov osjećaj kad treba intervenirati, a kada stajati sa strane i slušati, zbog nadogradnje dječje kreativnosti i razvoja njihovih ideja i pitanja.

U ranim godinama djeteta vrijednost igre i istraživanja bi se mogla više cijeliti, kao na primjer kod stvaranja ideja, pitanja i poticanja osjećaja o fenomenima. Istraživanje pokazuje da igra i istraživanja (a ne samo produkt) imaju važnu ulogu u razvoju djetetova razmišljanja. U ovoj razini učenja, pristupi ocjenjivanju su generalno bili informalni i formativni, bazirani na promatranju i ispitivanju. Razgovori s djecom kroz praktičan rad dodatno potiču sposobnosti i dodaju nove ideje u proces učenja.

Vanjski resursi mogu se uključiti u neformalno učenje, gdje nema razlike između predškolskog odgoja i osnovne škole. Jedan od primjera je mjerenje u prirodi. Djeca su imala slobodu kretanja vani što je pružalo veću razinu praktičnog istraživanja. Djeca su provela vrijeme u šumi sa učiteljem i promatrala okolinu, a cilj je bio iskoristiti prilike za mjerenje. Mjerali su različite biljke i radili usporedbe da li su odabrane veće, manje ili jednake, također su mjerili temperaturu u vodi, na snijegu te u snijegu. Zatim su dobili zaduženje pronaći biljku koja je manja od njih. Ta aktivnost je pružila mogućnost za stvaranje vlastitih kreativnih rješenja za dani problem. Jedno dijete je postavilo određenu količinu snijega da bi biljka bila jednake visine kao i on. Djeca su trebala objasniti i opravdati svoja rješenja, a to je ujedno i prilika za korištenje kreativnosti u razmišljanju za vrijeme evaluacije. Izazov učiteljima, posebice u ranoj dobije, je prepoznati dječje inicijative i kreativni angažman. U osnovnoj školi, zbog pritiska vremena i potreba kurikuluma, uočene su ograničene mogućnosti za kreativnost i istraživanje.

### **Poticanje interesa i motivacije za prirodne znanosti i matematiku u ranoj dobi**

Istraživanja detektiraju puno primjera dječjeg opažanja i povezivanja, na primjer crtanje po ranijem iskustvu. Postoje dokazi dječje uključenosti u socijalnu dimenziju istraživanja koji su

često izazvani razgovorom s vršnjacima i odraslima. Eksplicitni primjeri dječjeg razvoja *razumijevanja prirode znanosti* su ograničeni, bez obzira na to početni uvjeti razvoja istog su naznačeni brojem epizoda istraživanja, neovisno radi li se o učenju u razrednim raspravama ili razgovorima sa istraživačima. Dječje istraživačke sposobnosti povezane su sa brojem kreativnih svojstava. Njihova motivacija, znatiželja i sposobnost za otkrivanje nečeg novog su evidentirani kao povećanje pitanja i njihovog aktivnog zanimanja o ispitivanjima i istraživanjima. Također se pokazalo kroz primjere da djeca imaju smisla za inicijativu, te rastuće sposobnosti za sudjelovanje u odlučivanju na koji način će izvoditi istraživanje. Djeca pokazuju maštu, sposobnost za povezivanje te vještine u razmišljanju pri izlaganju objašnjenja. Jedan od izvora koji podupire dječje istraživanje na kreativan način je primjer u kojem djeca pokušavaju stvoriti glazbene instrumente različitim stvarima. Na različite načine stvaraju zvukove pokazujući interes za istraživanje zvuka koji su dobili od svojih instrumenata te proučavaju kako se oni mogu promijeniti povezujući zvuk sa svojom akcijom koja ga proizvodi. U jednom primjeru djevojčica je razvila vlastito sustavno istraživanje, oprezno je dodavala osušeni grašak u posudu. Svaki put kad bi dodala grašak, zatresla bi posudu, uzela u obzir zvuk koji je stvoren te dalje ponavljala postupak. U njenim akcijama se podrazumijeva istraživanje između broja grašaka u posudi i zvuka kojeg stvaraju.

Većina učitelja ističe važnost ohrabrivanja i podupiranja dječjeg angažmana u ranom učenju. Također smatraju da je potrebno poticati motivaciju, suradnju, problemsko učenje te dati bogato okruženje sa prostorom i vremenom za istraživanje.

### **Kako treba educirati učitelje?**

Područja na koja treba usmjeriti u edukaciji učitelja u pravcu prirodnih znanosti i matematike su<sup>6</sup>:

- Perspektive i uloga prirodnih znanosti i matematike u ranom učenju
- Karakteristike i uloga kreativnosti u ranom učenju
- Korištenje vanjskog i školskog (vrtićkog) sadržaja
- Pristupi za planiranje na nivou škole (vrtića) za poticanje dječjeg istraživanja i davanje mogućnosti za igru i istraživanje, uključujući svakodnevne aktivnosti
- Uloga ispitivanja i ocjenjivanja u školi u kontekstu prepoznavanja kreativnosti, potpore učenju

### **Primjer iz Hrvatske**

U okviru *Projekta akcijskog istraživanja u umreženoj zajednici* u rad vrtića uključuju se znanstvenici koji zajedno s djecom rade istraživanja te na taj način omogućavaju zadovoljavanje dječje znatiželje u otkrivanju i razumijevanju svijeta koji ih okružuje.<sup>7</sup> Projekt

---

<sup>6</sup> Dr. Stylianidou, F. (2007-2013)

<sup>7</sup> mag.paed. Uljanić Karmen, (2013),

je trajao godinu dana, a obuhvaćao je vrtiće i nastavnički kadar na području Istre. Tijekom istraživanja ponavljale su se faze promatranja, planiranja, akcije i evaluacije u svrhu unaprjeđenja te vodile pedagoške, foto i video dokumentacije u svrhu bilježenja procesa učenja.

Učitelji su na početku dobili osnovne smjernice po kojima bi trebali djeci omogućiti stjecanja novih znanja kroz kreativne situacije. Cilj je bio izbaciti unaprijed definirane zadatke i poticati djecu na razmišljanje i stvaranje. Snimajući situacije na praktikumu, npr. Svjetlost na zidu, učiteljica je vidjela da su djeca znatiželjna te da žele istraživati svijet oko sebe sve dok su odrasli spremni slušati njihova opažanja i tumačenja. Potičući ih raznim pitanjima i sredstvima uočila je načine njihovog razmišljanja i želju za daljnjim istraživanjem.

Na sastanku su učitelji raspravljali o dokumentiranim videozapisima da bi dogovorili nove akcije. U svakom zapisu su bili prikazani interesi koje pojedina djeca pokazuju. Osmišljene su radionice koje su trebale odgovoriti na interese djece, pripremili su ih stručnjaci iz različitih ustanova – udruge „Zlatni rez“, zvjezdarnice Višnjan i Prirodoslovnog fakulteta (priče o uzgonu, zraku, ravnoteži, strujanju svjetlosti, zvuku...).<sup>8</sup> Sljedeći korak je bio omogućiti djeci da se samostalno izražavaju putem različitih medija (fotoaparati, kamere). Zatim su slijedila terenska istraživanja i izleti sa znanstvenim obilježjima. Učitelji su lako pratili interes djece putem dokumentiranih videozapisa koji nisu uređivani ni brisani. Vrtićka djeca su sudjelovala u Umagu na prvom Festivalu znanosti u vrtiću kao istraživači-demonstratori. Prisutni roditelji su bili jako iznenađeni što sve mogu djeca vrtićkog uzrasta. Za potrebe inovativnog projekta dvojica znanstvenika zagrebačke udruge Prirodopolis, dr. Ivica Aviani i Hrvoje Mesić izradili su mobilni prikaz interaktivne izložbe s tridesetak eksperimenata iz različitih područja fizike.<sup>9</sup> Udruga je također bila pozvana da uveliča završnu priredbu na Festivalu znanosti u Umagu i pokaže kako fizika može biti tajanstvena i zanimljiva. Projektom je pokazano da može biti drugačije, ako se pruži prilika djeci za istraživanje i kreativnost, te učiteljima prilika za edukaciju.

---

<sup>8</sup> mag.paed.Uljanić Karmen,(2013)

<sup>9</sup> Glas Istre, (2014)

## 2. Fizika u vrtiću

Po uzoru na europski projekt „Kreativni mali znanstvenici“ u pojedinim gradovima su nastale vrtićke grupe za fiziku. Projekt mi se sam po sebi svidio, ali nisam vjerovala da je to u stvarnosti izvedivo s tako jako malom djecom. Stoga sam u okviru ovog diplomskog rada pripremila radionicu iz fizike s malim fizičarima u vrtiću. Tema radionice je bila „*Gledajmo zvuk, slušajmo svjetlost*“. Moram priznati da je bilo iznad očekivanja.

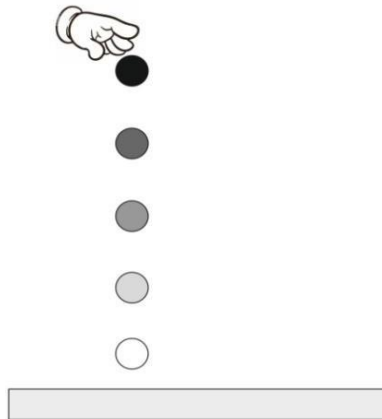
Predviđeno vrijeme za radionicu sa skupinom „Baltazar“ u Dječjem vrtiću Trešnjevka u Zagrebu je bilo dva školska sata. Dok sam čekala da skupina dođe pripremila sam materijale na jednom stolu. Iznenađila me velika zainteresiranost djece na samom početku, umjesto da sjednu na svoja mjesta gledali su što sam sve pripremila i kakvi bi pokusi iz toga mogli nastati. Nestrpljivo su ispitivali što je što i čemu služi. Rekla sam da su nam to igračke za zvuk i svjetlo i da se danas s tim igramo.

### Što je zvuk?

Na pitanje „*Što je zvuk?*“ u moru raznih ideja ( zvuk je glazba, glas, truba na autu, smijanje, plakanje, jako glasno plakanje...) jedan dječak je rekao „*Zvuk je val i postoje zvukovi koje čuju i ribe*“. Nakon pokazivanja zvonca i pitanja „*Čemu služi?*“ odmah su padali odgovori: „*Može zvoniti ako ga zatresemo*“; „*Imamo zvono u autu*“, „*Imamo zvono na biciklu*“... Zatitrala sam ga pridržavajući batić drugom rukom, a oni su se odmah za glavu hvatali „*Ma ne tako, morate pustiti kuglicu unutra. Hoćete da Vam mi pokažemo?*“ Već su bili na nogama da preuzmu zvonce i pokažu kako se to radi. Dopustila sam im da pokažu te da zvonce malo kruži među njima.

Rekla sam da sam čula da su učili nešto o energiji i da znaju što je to energija, a da ja nisam tada bila u vrtiću i da ne znam pa da mi objasne. Svi su glasno dali do znanja da znaju, a potom mi objasnili kako su bacali kuglice u brašno i da je kuglica koja je bila jako visoko napravila veću rupu u brašnu te da zato ona ima veću energiju od one koja je bila niže. I naravno, da su vidjeli munju i da je munja energija. Da ih podsjetim, stavila sam papir s lopticom, jednoglasno su rekli da tamna loptica ima veću energiju (Slika 1). Na pitanje „*Može li postojati veća energija od te koju ima tamna loptica?*“ odgovaraju „*Može, ta loptica bi bila jako jako crne boje, gotovo prozirna*“.

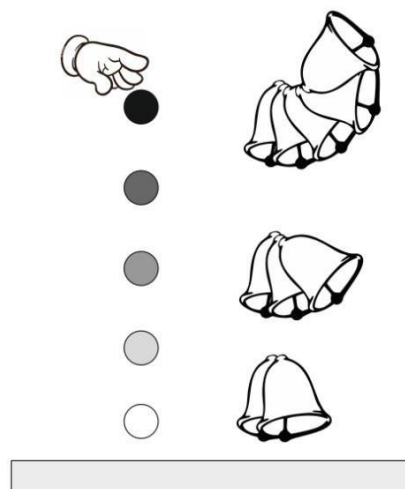
## E ENERGIJA



Slika 1. Veza (potencijalne) energije i visine s koje se loptica pušta da slobodno pada.

„Ima li zvonice neku energiju?“ Svi su se složili da ima i samoinicijativno naglasili da je naša energija preko ruke prešla na zvonice te da zato zvonice ima energiju. Naravno, nisu se dali zbuniti da možda zvonice ima drugačiju energiju kad ga držim visoko ili nisko ( kao loptica ), nego da to ovisi koliko jako zvonimo s njim. A ako želimo veliku energiju da ga jako moramo „tresti“. Također da svi imamo drugačiju energiju koja će prijeći na njega i kod svakog će različito zvoniti. Dala sam im zadatak da mi pokažu kad zvonice ima malu, a kad veliku energiju (Slika 2). Svi su redom pokazivali kako to znaju i razumiju te davali ideje što sve u svijetu ima malu, a što veliku energiju ( tiho plakanje-glasno plakanje, glasno puštanje radija, vrištanje, zvuk sirene od hitne, u trenutku te dosjetke svi su počeli proizvoditi zvuk hitne). Tu sam im povezala energiju loptice s energijom zvonca te da je titranje energija.

## E ENERGIJA



Slika 2. Veza energije loptice i energije zvonca

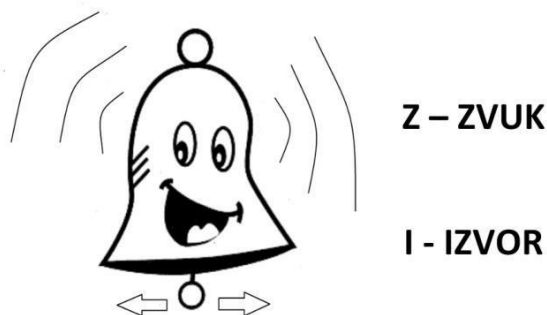


## Širenje zvuka

„Kako se širi zvuk? Kako dođe do našeg uha? Kako i gdje nastane zvuk?“ Neki smatraju da jednostavno čujemo zvuk jer postoji, a drugi da je naša energija koju smo prenijeli na zvonce opet došla do nas, ali kroz uho. I da se može prenijeti svugdje, kroz zid, staklo, vrata te da nas mogu čuti druga djeca na hodniku, a ako imamo jako veliku energiju i glasno vrištimo onda nas čuju i ona djeca vani. Također se dosjete da je i naš glas zvuk te da se on stvori jer smo htjeli pričati, a da je nastao u ustima, grlu, mandulama.. Dala sam im do znanja da unutra glasnice titraju i stvaraju naš glas jednako kao što dobijemo zvuk titranjem zvonca. Pokazali su rukama da smo zvuk zvonca dobili titranjem i dali zaključak: „Znači, imamo malu kuglicu u grlu kao što zvonce ima, ona se ljulja i onda se čuje glas. Bilo bi dobro da i mi kad se ljuljamo stvorimo neki zvuk i da se čuje sve do Mjeseca!“ Drugo dijete „Naravno da ljuljačka stvori zvuk, ali ga čuju samo ptice. A ja ga čujem kad ona škripi.“

## Izvor zvuka

Vratila sam ih na to da ćemo se sad za sad baviti zvukom koji mi čujemo i povukla pitanje o izvoru. Ali riječ izvor je nešto što ne žele prihvatiti, jer kad bi zvuk imao izvor on bi se izlio kao i voda, tako da zvuk definitivno nema izvor ☺. Pokušala sam povući analogiju izvora vode i titranja batića kod zvonca, da bez batića koji titra ne bi bilo zvuka (Slika 3). I dalje ustraju: „Titranje je energija i bez energije nema zvuka ali bez izvora može biti zvuka jer imamo energiju“. Priču o izvoru, ili da je energija izvor, su htjeli što prije završiti pitajući se koji je pokus sljedeći i što to ja još imam na stolu. Tu su mi jasno dali do znanja da smo raspravu prekinuli i da izvor nije interesantan, vjerojatno jer im je apstraktan i povezuju ga samo s vodom. Na pitanje „Što može biti izvor zvuka?“ nije bilo nikakvog odgovora, ali na pitanje „Što sve može stvoriti zvuk?“ odgovori su padali kao iz rukava.



Slika 3. Vizualni prikaz zvuka za djecu

„Što titra kod gitare, kod bubnja?“ Rekli su da titraju žice kod gitare, a kod bubnja ono što udaramo palicom. Objasnila sam im da to što udaramo palicom zovemo opna i da bi stvorili zvuk ona mora titrati. Dok sam izbjegavala riječ izvor sve je išlo glatko. Zatim sam im dala boce s folijom da zaključe za što bi nam one mogle služiti.

Zaključak:

- „Želimo uhvatiti zvuk u bocu!“
- „Kako?“
- „Jer smo stavili ovu foliju i ako pričamo u bocu, zarobili smo zvuk ne može pobjeći iz boce dok ne probušimo foliju.“
- „Probaj zarobiti zvuk, reci nešto u bocu. Ako ga zarobiš mi nećemo čuti ništa.“
- Uzima bocu i govori: „Tu-tu-tu“
- „Jeste ostali čuli zvuk ili ga je zarobio?“
- Čuli smo ga, to nam služi za nešto drugo jer zvuk pobjegne kroz bocu.
- „Može li služiti kao bubanj?“
- „Može, udarimo tu i čuje se, izišao je kroz malu rupu.“

### **Pokus 1: Boca s opnom i svijeća**

Prerežemo plastičnu bocu i preko odrezanog dijela napnemo tanku plastičnu kuhinjsku foliju. Ona ima ulogu opne. Sa suprotne strane, ispred uskog grla boce postavimo upaljenu svijeću. U trenutku kad zatitramo opnu proizvedemo zvuk koji putuje do svijeće. Ako je zvuk slabiji svijeća lagano titra kao i opna, a ako je jači svijeća se ugasi (Slika 4).



Slika 4. Pokus s bocom s opnom i svijećom

Potom sam im dala svijeće i da mi daju neke ideje kako bi ugasi tu svijeću sa zvukom. Ideje su bile razno-razne: zarobimo svijeću uskim grlom boce, naslonimo opnu na svijeću, zdrobimo svijeću nogom, mahnemo rukom, puhnemo... Naglasila sam da ne smijemo micati bocu s pozicije, puhnuti niti koristi ijedan dio tijela da dotaknemo i ugasio svijeću. Vratila sam se na titranje i zvonce. Podsjetili su se da je batić u zvoncu titrao i stvorilo zvuk te da ovdje jedino može titrati folija, tj. opna na boci. Dok sam titrala opnu složili su se da čuju zvuk, zatim sam upalila svijeću za demonstraciju putovanja zvuka do nje. Djeca su napeto iščekivala rezultat u zadivljujućoj tišini da slučajno pričanjem ne ugase svijeću. Nakon ugašene svijeće bio je uzvik oduševljenja i želja da što prije svi probaju. Pokus im je bio jako interesantan pa su se natjecali čiji zvuk će prije ugaziti svijeću i uočili da ako imaju jači zvuk brže se gasi svijeća jer su zvuku dali više energije.

Pitala sam ih „*Kako se ugasi svijeća?*“ Prvi odgovor koji sam čula je bio: „Pa, logično, zvuk je val kao i svjetlo i on može ovako putovati ( demonstracija rukama u svim smjerovima ) , pošto može putovati, došao je do svijeće i ugasio ju.“ Iskreno, ostala sam šokirana odgovorom da na trenutak nisam znala što upitati nakon toga. Pohvalila sam ga za odgovor i rekla da je to točno. Također sam pitala i za druga mišljenja, tu su počeli klasični dječji odgovori: zato što je svijeća manja od boce, jer smo slučajno puhnuli, jer smo gurnuli stol... pustila sam ih da još pokušavaju bez puhanja svijeće ili gurkanja stola.

Za to vrijeme sam dala oprugu djetetu s prvom izjavom, da mi pokaže kako je zvuk došao i ugasio svijeću (Slika 4). Razvukao je oprugu s obje ruke i rekao „Ovo je svijeća.“ Pokazujući na pločicu opruge u lijevoj ruci , pustio kraj opruge u desnoj ruci i rekao „Sad više ne gori.“ Zamolila sam ga da pokaže na ostalim stolovima, ali je ostatak jedva čekao da on pusti oprugu da se mogu njome igrati.



Slika 4. Opruga za demonstraciju

Sljedeći zadatak im je bio da što dulje svijeća ostane upaljena i da titra. Točnije, natjecanje čija će svijeća duže plesati. Tu smo se vratili na energiju i razgovarali o tome kolika nam energija treba za gašenje svijeće a kolika za to da samo titra svijeća. Isprobavali su svoju teoriju da im treba manja energija ako ne žele ugaziti svijeću. Također su došli do zaključka da je zvuk tiši kad svijeća pleše te da je tada manja energija, isto kao i kod zvonca kad ga malo titramo. Shvatili su da trebaju lagano titrati opnu da bi imali tiši zvuk i upaljenu svijeću. Koristila sam objašnjenje od prvog djeteta dodajući još titranje opne i energiju, uz njegovu doskočicu „ A kad sam ja to davno rekao.“ Također sam koristila oprugu za demonstraciju, puštajući po njoj longitudinalni val i objasnila da se na taj način prenosi zvuk do svijeće i ona pleše. Ponovno su se sjetili da je i glas zvuk, i da možda mogu ugaziti svijeću ako galame na nju. Bilo je bolje u tom trenutku ne biti tamo.

Dobro su reagirali na pokus sa bocom i svijećom, ali su i dalje tražili oprugu za igranje. Dala sam im novi zadatak s oprugom. S obzirom da opruga ima pločice na oba kraja, jedan kraj je trebalo staviti na uho, a na drugi kraj bi druga osoba lupajući stvarala zvuk. Ostali su promatrali kako zgušnjena putuju po opruzi do uha i pogledali bi osobu koja osluškuje da li je čula nešto ili ne. Ako bi dobro primili (za pločicu, bez da naslone ruku na oprugu) čuli bi lagan udarac u pločicu.

## **Pokus 2: Telefon**

Probušili smo plastične čaše i povezali užetom. Jedna čaša služi kao mikrofona, druga kao zvučnik. Kad napnemo užu koje povezuje čaše, naša naprava funkcionira kao telefon (Slika 5).



Slika 5. Telefon

Ovo je pokus koji je za taj dan odnio sve moguće titule. Nisam stigla ni upitati može li zvuk prolaziti kroz to uže između čaša, oni su već stajali oko mene i čekali da im dam telefone jer oni znaju da zvuk svugdje putuje i da će moći telefonirati. Četiri telefona su ubrzo bila u funkciji, na samom početku su glasno pričali, u slučaju da zvuk ne prođe kroz uže, da ga kolega svakako čuje. Uskoro su shvatili da i tiho pričanje prolazi kroz uže te da mora biti napeto i da ga ne smiju naslanjati na nekoga niti dodirivati da im zvuk „ne pobjegne“. Odgajateljice su također sudjelovale u pokusu, jer su se htjele uvjeriti na vlastite uši da to funkcionira. Ponovili smo da se zvuk širi kroz razne materijale i da nastaje titranjem te da je titranje energija.

Energija može putovati i na druge načine, na primjer mogu je prenositi elektroni. Nisu se složili da elektron može titrati, nego da može ići samo po krugovima te da možda samo može atom titrati. Ali su bili za to da elektron ima energiju i da ona može prikazati kao munja. Kad elektron ima veliku energiju i prolazi kroz zrak, vidimo ju u obliku svjetlosti, kao što vidimo i munju. Svjetlost munje smo povezali sa svjetlošću u lusterima te su jednosložno zaključili da elektroni dobiju energiju kad je upaljen luster i tu energiju vidimo kao svjetlost.

Dalje smo pričali o bojama koje su vidjeli kod duge i ako njih spojimo da ćemo dobiti bijelu, ali su bili za to da bijelu ne možemo ničim rastaviti da vidimo boje, nego samo ako postoji duga.

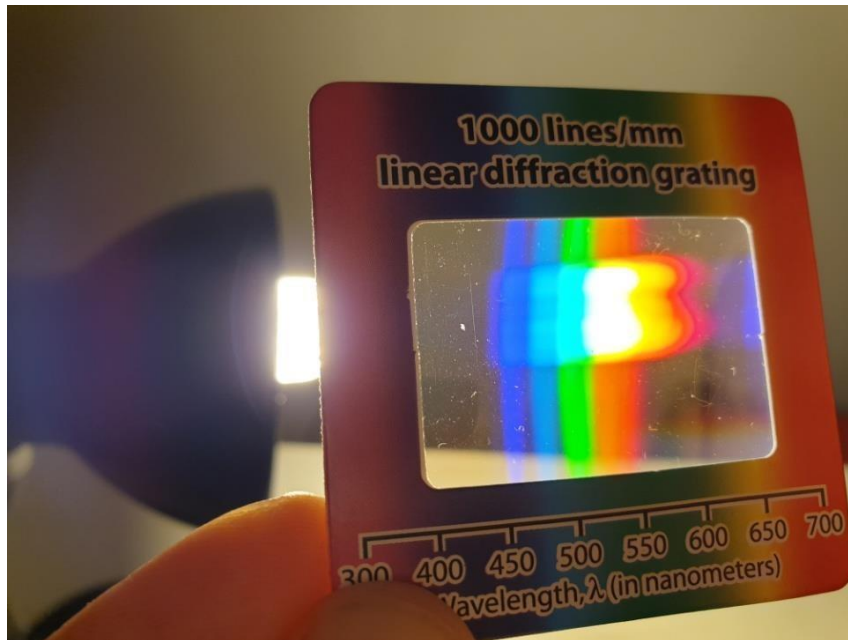
### **Pokus 3: Spektar bijele svjetlosti**

Optičkom rešetkom smo analizirali bijelu svjetlost (Slika 6). Postavili smo sobnu lampu s izvorom bijele svjetlosti i promatrali spektar boja nakon prolaska kroz optičku rešetku.



Slika 6. Optičke rešetke

Dala sam im optičke rešetke i lampu da vide od kojih boja se sastoji bijela svjetlost. Svi su htjeli što prije vidjeti, pa su posjedali oko lampe i u glas diktirali koje boje sve vide (Slika 7a,b).

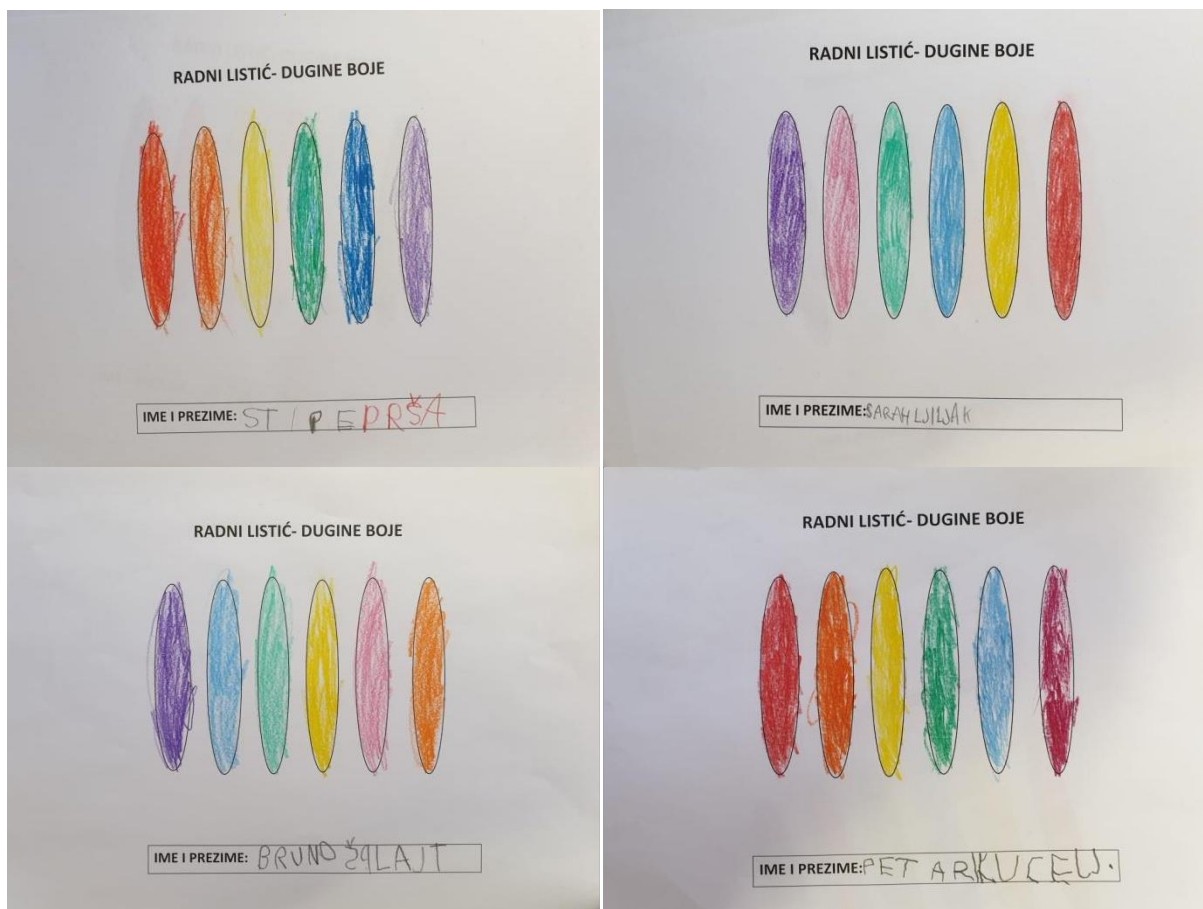


Slika 7a. Gledanje kroz rešetku



Slika 7b. Gledanje kroz rešetku

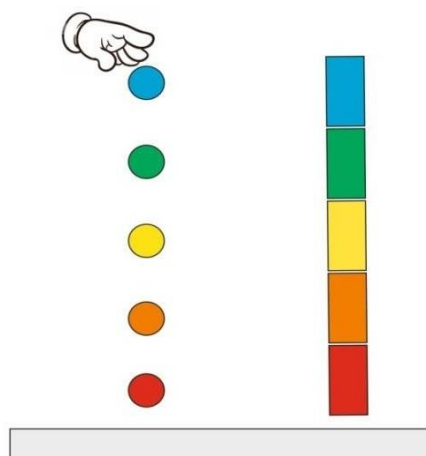
Na radnom listiću su trebali obojati pruge bojama koje su vidjeli kroz rešetku, a u svakom trenutku su mogli provjeriti. Bili su razočarani kad bi pogriješili redosljed, odmah su tražili nove listiće za ispravak.



Slika 8. Dječji radni listići

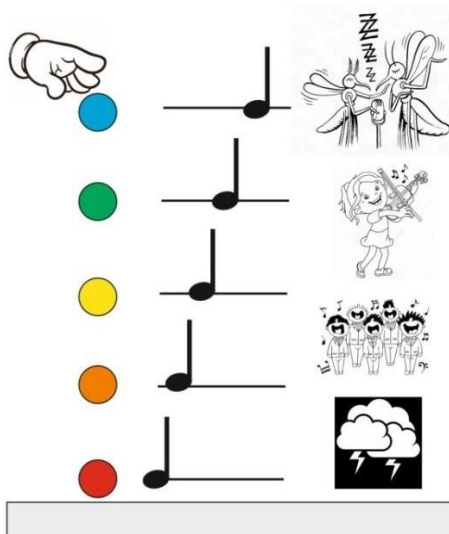
Vratila sam se na energiju s kuglicama i povukla paralelu na energiju svjetlosti-plava ima najveću energiju jer elektroni najviše titraju, a ovdje ljubičasta još veću (Slika 9, 10). Donosili su svoje listiće i uspoređivali s bojama na ploči. Koncentracija je već bila dolje i nisam uspjela povezati energiju-svjetlo-zvuk, bili su u svom filmu i još uvijek uspoređivali crteže.

## E ENERGIJA



Slika 9. Veza energije i svjetlosti

## E ENERGIJA



Slika 10. Veza energije, svjetla i zvuka

### Pokus 4: Polarizacija svjetlosti

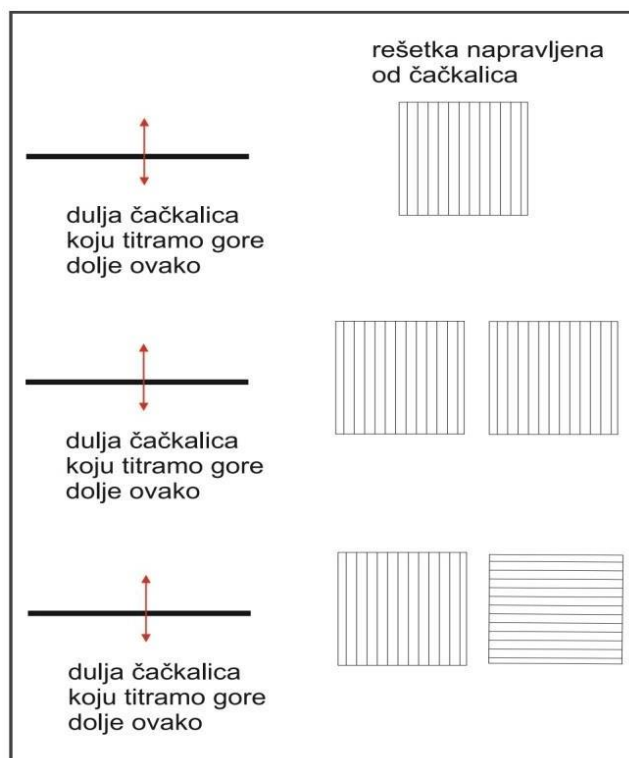
Ostalo je još 10-ak minuta, malo su se raspršili po učionici i van nje, pa sam onim najvjernijima dala polarizatore da proučavaju. Bili su oduševljeni kako s ta dva listića možemo zabraniti svjetlosti da prođe i bilo im je čudno. Rekla sam im da su to male rešetke koje ne dopuštaju da sva svjetlost prođe i da ih stavljamo na naočale da nam sunce ne ide u oči.





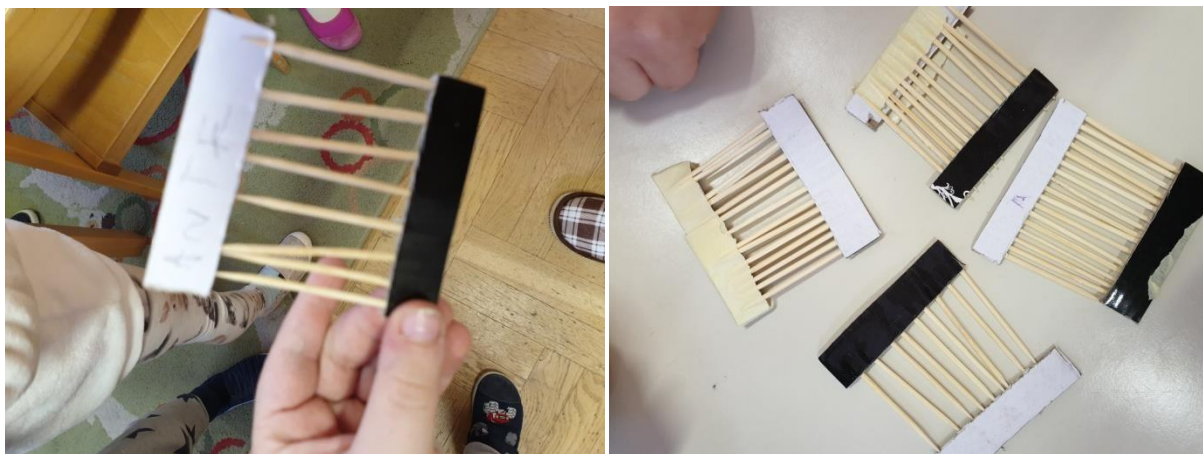
Slika 11. Polarizatori i modeli

Prolazak svjetlosti kroz polarizatore. Objašnjenje na modelu od polarizatora. Za model smo koristili rešetke od čačkalica i jednu dulju čačkalicu koji je bila zraka svjetlosti. Ako štapić titra gore-dolje a polarizatori su paralelni, svjetlost može proći kroz rešetku, a ako su okomiti, ne može.



Slika 12. Opis modela polarizatora

Pokazala sam im rešetke od čačkalica i rekla da će i oni napraviti svoju rešetku. Također sam demonstrirala kad svjetlost prolazi kroz rešetku, a kad ne. Naravno, čim sam rekla da će raditi rešetku više me nisu slušali nego tražili po stolu čačkalice i ljepilo da mogu početi, jer je uskoro ručak pa da ih tete ne odvedu prije završenog posla. Žurno su se bacili na posao, u međuvremenu se vratila teta s ostatkom djece i pitala ih „Da li uopće znate što radite?“ A svi zajedno su odgovorili „Naravno, rešetku za sunčane naočale.“ Ostatak djece koji je stigao se također primio posla, nitko nije htio ići na ručak niti na sport. Ostali smo još 15-ak minuta dulje, a oni koji nisu završili su sa sobom ponijeli, sakrili se među ruksake u hodniku i dovršavali svoj posao.



Slika 13. Dječji modeli polarizatora

Bilo mi je veliko zadovoljstvo raditi s tom malom djecom, puno veće nego sa starijim osnovnoškolcima i srednjoškolcima. Oni sve promatraju, upijaju i pitaju, sve ih zanima i lako ih je voditi. Mala djeca su „Tabula rasa“ i dopuštaju svim zanimljivim sadržajima da budu ispisana u njihove glave. Fizika se može prezentirati na jako zanimljiv način, pa bi bilo šteta da klinci s potencijalom prestanu s ovakvom nastavom nakon vrtića.

### **3. Koncept za sat „Gledajmo zvuk, slušajmo svjetlost“**

Realni dio sata ne odstupa previše od pripreme za taj sat, uspjela sam voditi djecu putem kojim sam im pripremila. Koncept se nalazi ispod u cijelosti.

#### **Koncept radionice – skupina „Baltazar“**

Danas ćemo naučiti nešto novo o zvuku i svjetlosti.

Z ZVUK

#### **Znate li što je to zvuk?**

Pokazujem zvonce. **Što je to i za što služi?**

*Zvonce, njime možemo zvoniti.*

#### **Zatitram zvonce. Što čujemo?**

*Zvuk.*

#### **Kako smo dobili zvuk?**

*Zatitrali smo zvonce. Probajmo svi zatitirati zvonce.*

Titranje je jako važno u prirodi.

#### **Što mi radimo s titranjem? Prenosimo energiju?**

Čuli ste već za pojam energija. Energija nam omogućava da radimo mnoge stvari. Da trčimo, da se igramo, da istražujemo.

#### **Sjećate li se pokusa s kuglicom koju smo puštali s različitih visina na brašno?**

*Sami se prisjećaju (Slika 1).*

#### **Koja kuglica ima najveću a koja najmanju energiju ako svaku kuglicu puštamo iz mirovanja?**

*Crna kuglica ima najveću energiju jer je najviša a bijela najmanju jer je najniža.*

Sada dolazimo do jako važne stvari. Titranje je isto energija kao i energija koju kuglica ima zbog visine. Što zvonce jače titra ima veću energiju.

Zatitramo zvonce polako zatim zatitramo zvonce jako brzo.

#### **Kada zvonce ima veću energiju?**

*Onda kada brže titra. Ako netko jako sporo titra ima malu energiju. Ako jako brzo titra ima veliku energiju (Slika 2).*

Sada smo naučili da ako nešto jako titra ono ima veliku energiju. Ako nešto malo titra ima malu energiju. U prirodi su naizgled različite stvari povezane. Sada smo povezali titranje i energiju.

Sada ćemo istraživati kako se titranje-energija širi zrakom ili raznim materijalima.

**Što vi mislite, kako se zvuk širi?**

**Čujemo li zvuk ako samo držim zvonce?**

*Ne*

**Što treba napraviti da dobijemo zvuk?**

*Zatitрати. (Znači da bi dobili zvuk mora nešto titрати)*

**Kako nazivamo mjesto gdje nastaje zvuk?**

*Izvor. Ako se ne sjete → mjesto gdje nastaje voda u planinama*

**Zvuk ima izvor jednako kao i voda. Što je izvor zvuka kod zvonca? Do kada će zvoniti zvonce ako ga jednom zatitramo?**

*Pokazati listić zvonca s oznakom I-Izvor, Z-zvuk (Slika 3).*

*Zvoniti će dok god titra batić unutar zvonca. (Titranje se prenosi sa batića na zvonce. Zvonce titra.)*

**Što sve može stvoriti zvuk? Što sve može biti izvor zvuka? Kakve zvukove poznajemo?**

*Slušam ideje...*

**Što ćemo danas proučavati?**

*Zvuk.*

**Pokus 1: Boca s opnom i svijeća**

**Širi li se zvuk kroz zrak?**

**Kada udarimo po boci na dijelu gdje je opna, što predviđate da će se dogoditi sa plamenom svijeće?**

*Slušam ideje..*

**Zatitram opnu tako da se svijeća ne ugasi. Što se događa s plamenom? Zašto?**

**Zatitram opnu tako da se svijeća ugasi. Što se dogodilo? Kako se svijeća ugasila?**

*Zvuk pomiče i čestice zraka koje ugase svijeću.*

**Što čujete kad udarimo opnu?**

*Zvuk*

**Kako se zvuk prenosi do svijeće?**

*Pomicanje opne uzrokuje pomicanje zraka koji ugasi plamen svijeće.*

**Što predstavlja opna?**

*Izvor zvuka*

### **Koliko svijeća možemo ugasiti?**

*Koliko dugo titra opna toliko svijeća možemo gasiti.*

### **Kako se širi zvuk? Kako je došao do svijeće? Možemo li pokazati pomoću ove opruge?**

Trebam pomoćnika da drži za jedan kraj, proizvodim zvuk lupajući oprugu, siri se energija po opruzi.

**Vidimo li prolazak energije kroz oprugu?** Pokazati oprugom, samostalni pokušaji.

Vidjeli smo da se zvuk širi kroz zrak. **Kroz koje materijale se još može širiti? Ako pjevamo čuju li nas djeca vani? Kako telefoniramo? Kuda zvuk putuje?**

*Slušam ideje i primjere*

### **Pokus 2: Telefon**

**Što mislite možemo li telefonirati preko užeta? Može li zvuk putovati preko užeta kao i preko žice?**

Dajem im napravljene telefone u grupe i upute.

### **Što smo pokazali?**

*Telefon funkcionira, zvuk se širi kroz razne materijale.*

Do sada smo naučili puno o zvuku. Naučili smo da on nastaje titranjem. Titranje je energija. Ona se širi pomoću raznih medija – zraka, vode, užeta... Sada ćemo se upoznati s malo drugačijim titranjem. Radi se o titranju elektrona.

### **Znate li što je to elektron?**

To ste već učili. To je jedna jako mala čestica, puno manja od atoma. Imamo ih u atomima ali i izvan njih. Elektroni imaju energiju. Isto imamo energiju koja putuje kao što putuje zvuk. Ta energija se ponekad može vidjeti. Zovemo ju svjetlost.

### **Što je to svjetlost?**

To je putovanje energije koju šalju elektroni.

### **Kako putuje ta energija? Možemo li koristiti oprugu kao i za energiju zvuka?**

Demonstiram oprugom transferzalni val (širenje energije svjetla) te uspoređujem s izgledom longitudinalnog vala (širenje energije zvuka).

### **Kako svjetlost izgleda?**

*Ona ima boje.*

### **Pokus 3: Spektar bijele svjetlosti**

**Koje boje poznamo i možemo vidjeti?**

**Što dobijemo ako sve boje ujedinitimo ?**

*Bijelu svjetlost*

Da bi pokazali da se bijela svjetlost sastoji od puno boja – DUGE - koristimo optičke rešetke. Ako je vani sunčano možemo promatrati sunce. Druga opcija je promatrati neku od žarulja. Pustimo bijelu svjetlost kroz rešetku i gledamo od kojih se boja sastoji.

*Promatraju spektar i uočavaju boje.*

**Radni listić 2:** Crtanje spektra boja koji dobijemo prolaskom bijele svjetlosti kroz rešetke

Sada smo naučili da se bijela svjetlost sastoji od puno boja – DUGE. Svjetlost isto titra jer je nastala od titranja elektrona. Svaka boja je različito titranje – različita energija.

Pokazati sliku ENERGIJA 3 (Slika 9)

Sada ćemo naučiti da najveću energiju ima plava, zapravo od nje još višu ljubičasta boja. A najnižu energiju svjetlosti crvena.

Što smo naučili, da plava boja je kao jako titranje. Jako titranje je jako visoki ton. Kao kod komarca. Crvena boja je sporije titranje. To je niski ton. Kao kod grmljavine. Između imamo druge boje. I druge zvukove.

Povezali smo zvuk i boju. Mogli bi to zasvirati i na ksilofonu (🎹)

**Da li vas je to iznenadilo? Imate li pitanja?**

**Želite vidjeti još jedan jako zanimljiv pokus sa svjetlosti?** To možda još niste vidjeli.

### **Pokus 4: Polarizacija svjetlosti**

Promatramo kroz dva polarizacijska listića i rotiramo ih. Istražimo što se događa.

**Što mislite zašto se to događa?**

To je jako složena fizika, ali ćemo mi probati to malo razumjeti.

Objašnjenje ćemo napraviti sa modelom sa rešetkama od štapića (Slika 13).

Složimo dva seta paralelnih štapića. Može ih se zalijepiti na prozorčić u kartonu. Uzimo jedan malo dulji štapić koji može proći između paralelnih štapića. Postavimo taj dugački štapić okomito na karton, odnosno paralelne štapiće. Titrajmo ga gore dolje kao na slici.

**Kada dugački štapić može proći kroz rešetku?**

*Kada titra paralelno sa štapićima u rešetci.*

Probajmo titrati okomito. Tada ne ide.

Uzmimo još jedan set paralelni štapića. Ako je on paralelan prvom, dugački štapić koji titra prolazi. Ako je okomit onda ne može.

Tako je i sa svjetlosti. Svaka od folija je jedna rešetka s paralelnim štapićima. Svjetlost je kao dugački štapić, ona titra gore-dolje.

## 4. Zaključak

Istraživački orijentirana nastava je jedno od glavnih obilježja suvremenog obrazovanja. Dokazano je da djeca najbolje usvajaju znanja i vještine kroz zanimljive pokuse kojima se demonstriraju stvarni fizikalni fenomeni. U ovom radu obrađena je tema zvuka i svjetlosti prilagođena djeci vrtićkog uzrasta. Kroz cijelu radionicu se povezuju pojmovi o kojima su već učili, npr. koncept energije, s onima koje tek trebaju istraživati. Da bi učenici usvojili pojedine koncepte i vještine, potrebno ih je ponavljati i povezivati sa različitim temama. Na taj način dobivaju uvid koliko je nešto bitno u fizici i životu. Djeca su jako znatiželjna, samo treba poticati njihovu znatiželju i kreativnost. Na taj način svaka tema može biti lako obrađena. Puno jednostavnije je raditi s njima, nego sa starijom djecom, jer se dopuštaju da ih se vodi kroz istraživačku nastavu. Kad tražite od njih da o nečem razmisle, oni zbilja razmišljaju i daju odgovore koji su im najlogičniji za određenu situaciju. Ako im je dosadno, reći će to bez pardona i gledati što imate zanimljivije na svom stolu. Vrlo lako možete vidjeti kad im je zanimljivo, jer tad već uzimaju stvar u svoje ruke i samoinicijativno istražuju. Za pretpostaviti je da se sa starijom djecom na ovaj način radilo u ranoj dobi, oni bi isto pokazivali veći interes za istraživanjem.

Kroz primjere sam uočila da djeca imaju smisla za inicijativu, pokazivala su maštu, te sposobnost za povezivanje s naučenim gradivom. Jedan od izvora koji podupire dječje istraživanje na kreativan način je primjer u kojem djeca pokušavaju stvoriti zvuk i gdje se prisjećaju kakvih sve zvukova ima u prirodi. Također su lako shvatili razliku između visokih i niskih tonova pomoću energije, te kako se ponaša izvor prilikom stvaranja različitih zvukova.

Tijekom sat i pol vremena ugodnog rada djeca su bila stalno aktivna. Uvjerila sam se da ih se može jako dobro voditi, štoviše sami se međusobno potiču i slušaju jedni druge. Kad bi pitala neko pitanje dizali bi ruke i uvažavali odgovore od kolega i nadopunjavali bi se međusobno. Dali su mi do znanja da jedva čekaju pokuse i da vole fiziku jer uvijek nauče nešto što prije nisu znali. Ipak su to mali znanstvenici spremni za nova istraživanja.

S obzirom da je dokazano da djeca najbolje uče u ranoj dobi, trebalo bi intenzivirati radionice u vrtićima, npr. sa studentima fizike, koji bi osim vlastite prakse educirali odgajatelje. Odgajatelje se na taj način uvodi u istraživačku nastavu, zatim oni mogu s djecom ponoviti radionice nakon nekog perioda. Također, bilo bi dobro da se nakon vrtića fakultativno održava grupa malih znanstvenika, ako već imaju znanstvenu podlogu bilo bi ju šteta prekinuti i osvještavati ponovno u sedmom razredu kad već sve zaborave.

Najsloženije teme se mogu prezentirati od rane dobi, samo moramo pronaći pravi način za njihov uzrast. Djeca su „Tabula rasa“, a na roditeljima, odgajateljima i učiteljima ostaje kako će ispisati pojedinu ploču.



