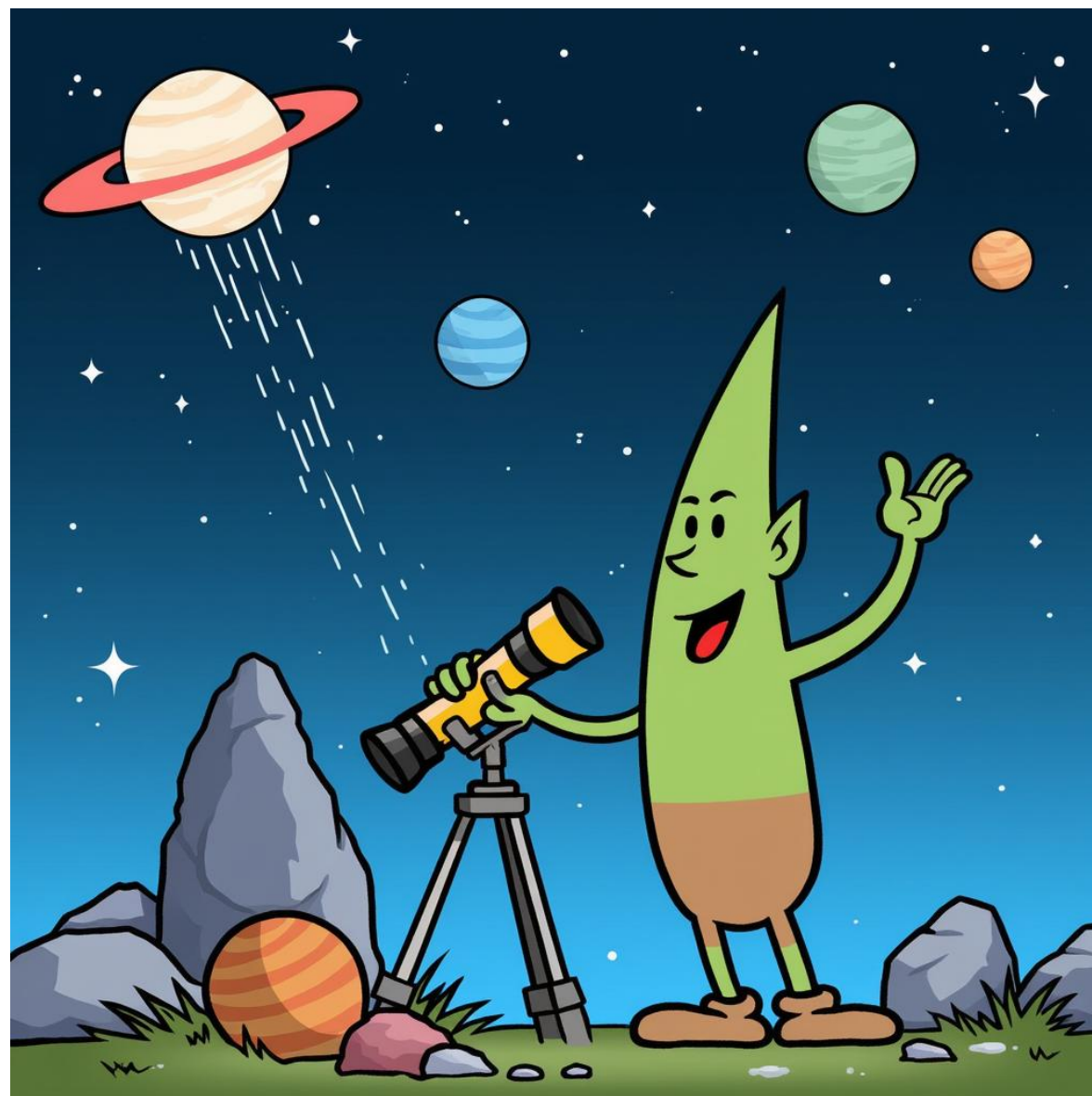


Znanstveno (STEM/STEAM) obrazovanje od rane dobi i interdisciplinarno povezivanje

Izv. prof. dr. sc. Dalibor Paar

Fizički odsjek, PMF, Sveučilište u Zagrebu





Edukacija nije punjenje košare,
već paljenje vatre !

William Butler Yeats
irski pjesnik (1865-1939)

Ne treba se bojati ničega u životu, samo treba
razumjeti.

Marie Curie

fizičarka i kemičarka, jedna od najznačajnijih
znanstvenica svih vremena, dvostruka dobitnica
dvije Nobelove nagrade (fizika i kemija)

$$f(x) = \cos(x^2) + 1$$



Science Education NOW:

A Renewed Pedagogy for the Future of Europe



Što je STEM obrazovanje i zašto rano učenje?
STEM obrazovanje potiče interdisciplinarni pristup učenju. Rano uvođenje ovih sadržaja u osnovnu školu omogućuje djeci da:

- razviju logičko razmišljanje,
- potiču kreativnost i rješavanje problema,
- stječu osnove digitalne i tehnološke pismenosti.

Ključna značajka ranog STEM obrazovanja je uvođenje praktičnih i interaktivnih aktivnosti koje su prilagođene uzrastu djece.

Rano iskustvo s problemima iz stvarnog života jača kritičko razmišljanje i motivira djecu za daljnje obrazovanje u ovim područjima.

$$f(x) = \cos(x^2) + 1$$



Science Education NOW:

A Renewed Pedagogy for the Future of Europe



Važnost razvoja kognitivnih sposobnosti

Rano STEM obrazovanje pridonosi razvoju kognitivnih sposobnosti poput:

- **apstraktnog razmišljanja**, jer djeca kroz matematiku i znanost uče prepoznavati obrasce;
- **problemskog rješavanja**, gdje se potiče aktivno promišljanje o rješenjima izazova;
- **sustavnog promišljanja**, kroz eksperimentiranje i donošenje zaključaka.

Djeca koja sudjeluju u STEM aktivnostima brže razvijaju sposobnost donošenja odluka u složenim situacijama.

$$f(x) = \cos(x^2) + 1$$



Science Education NOW:

A Renewed Pedagogy for the Future of Europe



Utjecaj na emocionalni razvoj i samopouzdanje

Interaktivne STEM aktivnosti jačaju:

- **samopouzdanje**, jer uspješno rješavanje zadataka pruža osjećaj postignuća,
- **otpornost na neuspjeh**, kroz pristup "pokušaj i pogriješi",
- **suradničke vještine**, budući da mnogi zadaci zahtijevaju timski rad.

Učenici koji se rano izlože STEM obrazovanju pokazuju višu razinu ustrajnosti u rješavanju problema, što je ključna vještina za životno učenje.

$$f(x) = \cos(x^2) + 1$$



Science Education NOW:

A Renewed Pedagogy for the Future of Europe



Praktična, istraživačka i iskustvena nastava

Djeca najviše nauče kada su aktivno uključena i kada imaju priliku eksperimentirati, isprobavati i postavljati pitanja o svijetu oko sebe.

Integrirani pristup (STEAM)

Učenje STEM-a najbolje se ostvaruje kroz međusobno povezivanje različitih predmeta i vještina (i uključivanjem “A” u STEAM pristupu).

Kontinuirano profesionalno usavršavanje

Učitelji i nastavnici trebaju stalnu podršku i edukaciju kako bi razvili i unaprijedili svoje STEM kompetencije te kvalitetno odgovorili na dječje potrebe.

INSIDE: A 14-PAGE SPECIAL REPORT ON TECH STARTUPS

The
Economist


If the French ran America
China cracks down on microblogs
New opportunities for organised crime
Regulators go soft on Europe's banks
Google and the internet of things

JANUARY 18TH - 24TH 2014

Economist.com

Coming to an office
near you...

What today's
technology will do to
tomorrow's jobs



Priprema za buduće izazove

Digitalna transformacija i razvoj novih tehnologija oblikuju buduće tržište rada.

Osnovnoškolski STEM kurikulum priprema učenike za zanimanja budućnosti, koja zahtijevaju inovativnost, prilagodljivost i vještine rješavanja kompleksnih problema.

Prema Svjetskom ekonomskom forumu (WEF, 2020), većina poslova u budućnosti oslanjat će se na osnovna STEM znanja.



AI – potres u obrazovanju!



TERENSKA NASTAVA

U SUVREMENOM OBRAZOVANJU

PRIRUČNIK



VLADA REPUBLIKE HRVATSKE
Ured za udruge



Švicarsko - hrvatski
program suradnje

2022./2023. Novi kolegij na PMF-u u Zagrebu



Naziv predmeta: Popularizacija znanosti i znanstvena komunikacija

Studijski program: istraživački i nastavnički smjerovi na Fizičkom odsjeku

Nositelji kolegija: D. Paar, N. Poljak

Ciljevi predmeta:

- Upoznavanje s aspektima popularizacije znanosti i znanstvene komunikacije, inicijativama i organizacijama na Europskoj razini s naglaskom na popularizaciju fizike
- Praktičan rad na popularizaciji fizike usmjeren prema učenicima srednjih škola, osnovnih škola i djeci u vrtićima.

Ishodi učenja:

- Steći znanja o metodama popularizacije znanosti i znanstvene komunikacije u 21. stoljeću.
- Steći vještine prilagodbe i prezentacije odabranih fizikalnih sadržaja ciljanim skupinama
- Primijeniti pokuse iz fizike u popularizaciji fizike



• **Djeca su “rođeni znanstvenici”**

• Djeca od najranije dobi prirodno znatiželjna i sposobna za ‘znanstveni’ način razmišljanja. Ona spontano promatraju, postavljaju pitanja, izvode pokuse i grade vlastite teorije o svijetu oko sebe.

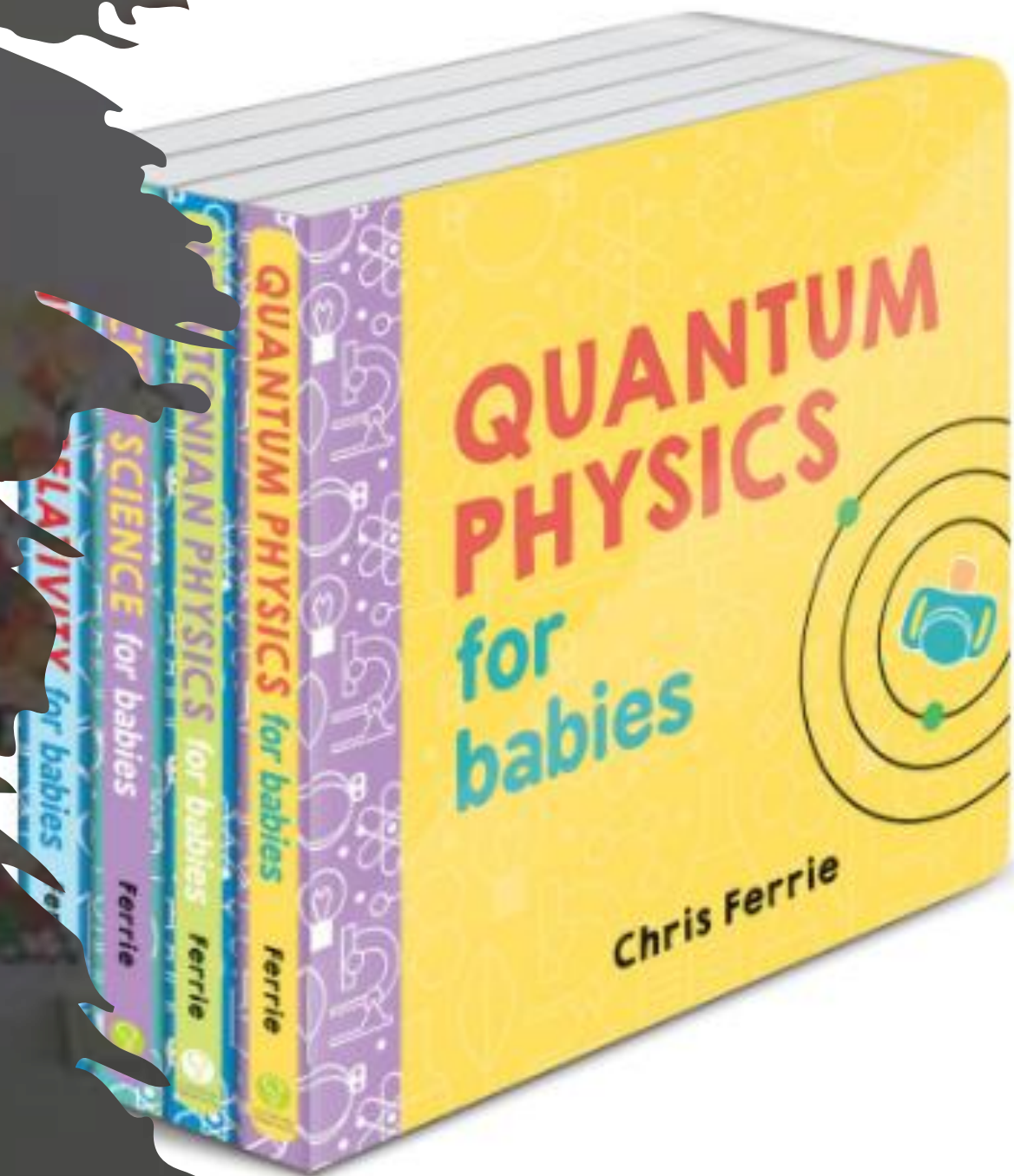
• Upravo zbog te prirodne sklonosti istraživanju, kompleksne teme (primjerice, kvantna fizika ili evolucija zvijezda) mogu se uvesti već u vrtiću kroz priče, analogije, igru uloga i jednostavne pokuse, djeca mogu intuitivno “naslutiti” važne principe.

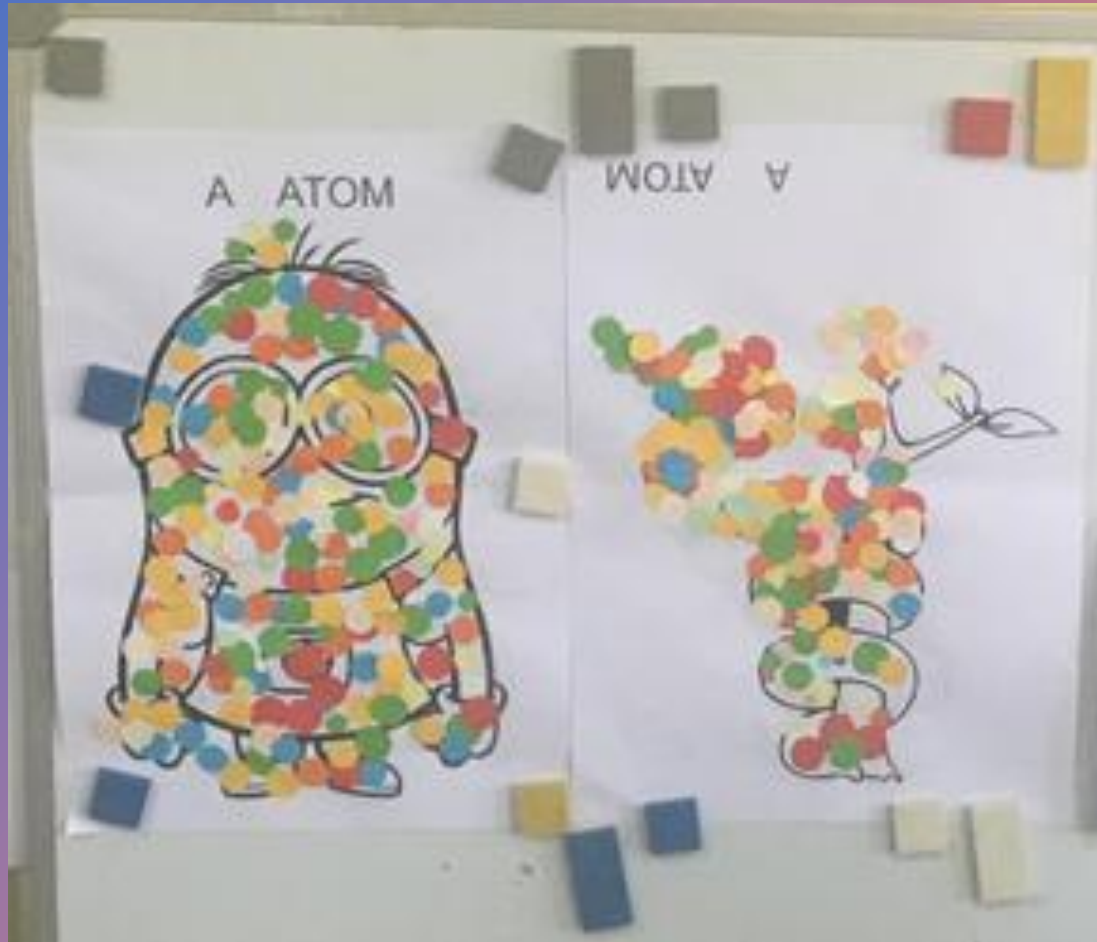
- **Spiralni kurikulum**

- Ideja “spiralnog kurikulumuma” govori o tome da se kompleksni pojmovi mogu uvoditi već u ranoj dobi u pojednostavljenom obliku, a kasnije se produbljuju i proširuju. Djeca tako formiraju “mentalne modele” (skice razumijevanja) koje se postupno nadograđuju tijekom školovanja.

- **Kognitivni razvoj i razvoj apstraktnog mišljenja**

- Iako se Piaget (1972.) dugo smatrao “granicom” prema kojoj djeca prije određene dobi nisu sposobna za apstraktno mišljenje, novija istraživanja pokazuju da su djeca iznenađujuće vješta u “mješavini” konkretnog i apstraktnog razmišljanja.





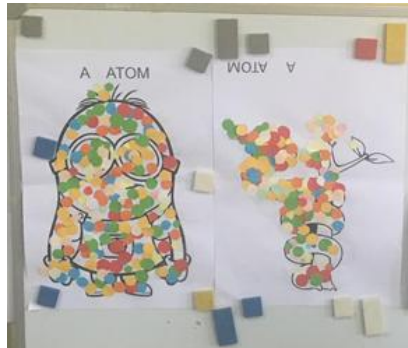
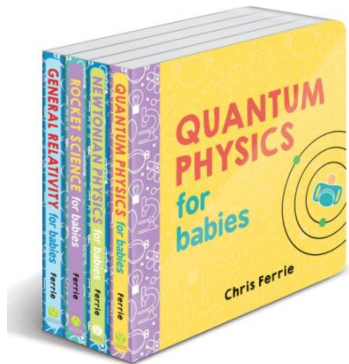
- **Djeca su “rođeni znanstvenici”**
- Djeca od najranije dobi prirodno znatiželjna i sposobna za ‘znanstveni’ način razmišljanja. Ona spontano promatraju, postavljaju pitanja, izvode pokuse i grade vlastite teorije o svijetu oko sebe.

- Upravo zbog te prirodne sklonosti istraživanju, kompleksne teme (primjerice, kvantna fizika ili evolucija zvijezda) mogu se uvesti već u vrtiću kroz priče, analogije, igru uloga i jednostavne pokuse, djeca mogu intuitivno “naslutiti” važne principe.



Motivacija i radoznalost kao preduvjeti za učenje

- Motivacija i aktivno uključivanje u ranoj dobi imaju snažan učinak na kasniji uspjeh u školi. Kompleksne i “misteriozne” teme poput kvantne fizike ili nastanka zvijezda mogu dodatno privući pozornost i pobuditi maštu.
- Ako u ranoj dobi “posijemo sjeme” o tome da postoji još puno zanimljivih pojava u svijetu koje vrijedi istraživati, djeca kasnije ostaju otvorenija prema znanosti i tehnologiji.





Program Kvantna fizika u vrtiću

1. A kao Atom; Atomi su svuda oko nas
2. E kao ELEKTRON; Elektron ima energiju.
3. J kao JEZGRA; U atomu su JEZGRA i ELEKTRONI. Oni se privlače.
4. K kao KVANT; U atomu ELEKTRONI dobivaju KVANT energije.
5. K kao KVANT; ATOMI emitiraju ENERGIJU
6. Š kao SCHROEDINGEROVA MAČKA
7. MUZIKA ATOMA
8. FESTIVAL KVANTNE FIZIKE



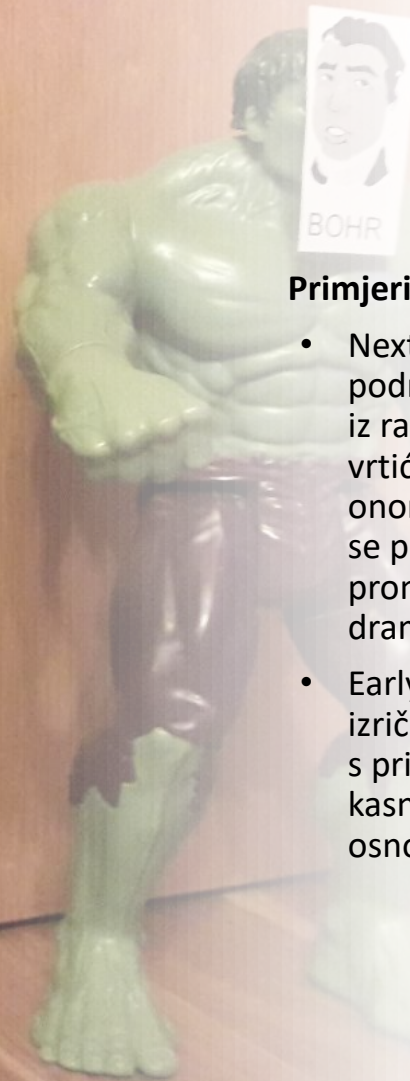
Razvoj “mentalnih modela” i rješavanje problema

- Rano izlaganje složenijim pojavama pomaže djeci u izgradnji fleksibilnijih “mentalnih mapa”
- Nauče da neke pojave mogu imati različita objašnjenja ili više slojeva (npr. svjetlost se može ponašati i kao val i kao čestica).
- Takvi modeli promiču kreativno razmišljanje i rješavanje problema, ključne vještine za izazove modernog doba (npr. klimatske promjene ili razvoj obnovljivih izvora energije).



Prilagođeni pristup i didaktika

- Montessori pedagogija i slični pristupi već dugo naglašavaju da čak i vrlo apstraktne ideje možemo približiti djeci pomoću konkretnih didaktičkih materijala i metafora.
- Ključ je u prilagodbi jezika, metoda i trajanja aktivnosti – skraćene priče, jednostavni eksperimenti i interaktivna rješenja bolje odgovaraju kratkom rasponu pozornosti djece.



Primjeri iz prakse (NGSS i rane STEM inicijative)

- Next Generation Science Standards (2013) podržava rano uvođenje “disciplinarnih jezgri” iz različitih znanstvenih područja, sve do vrtičke dobi. Premda sadržaj nije identičan onome što uče stariji učenici, temeljne ideje se postavljaju na prikladan način: promatranje, eksperiment, priča, crtež, dramska igra.
- Early Childhood STEM Working Group (2017) izričito ističe važnost ranog upoznavanja djece s prirodnim i tehničkim fenomenima za kasniju spremnost na složenije pojmove u osnovnoj i srednjoj školi.

Uvažavanje “zone razvoja” djece

- Djeca mogu svladati kompleksnije ideje i vještine uz prikladnu podršku odraslih
- Ako su djeca motivirana, a odgajatelj ili učitelj prilagodi temu njihovoj dobi, korištenje nešto “odvažnijih” pojmova (npr. “kvant”, “foton”, “energija”) može postati smisleno i nezaboravno iskustvo, a ne samo “prezahtjevna apstrakcija”.





Izgradnja samopouzdanja i dugoročni učinci

- Rana izloženost “velikim temama” (poput klimatskih promjena ili građe materije) daje djeci osjećaj da su sposobna razumjeti svijet i “važne stvari”. To gradi samopouzdanje, a ujedno potiče prirodnu potrebu za daljnjim otkrivanjem.
- Djeca koja u ranoj dobi dožive STEM kao nešto uzbudljivo i dostupno, rjeđe će kasnije razviti “strah od matematike” ili “odbojnost prema fizici”, što je čest problem u višim razredima i srednjoj školi.
- U doba razvoja kvantnih računala, obnovljivih izvora energije, umjetne inteligencije i drugih revolucionarnih tehnoloških trendova, rana i kontinuirana izloženost ovim temama daje djeci prednost u kasnijem životu i karijeri.

Zaključak

- Rano STEM/STEAM obrazovanje u osnovnoj školi ključni je alat za oblikovanje generacije koja je spremna odgovoriti na izazove budućnosti.
- Razvijanjem kritičkog razmišljanja, kreativnosti i tehnološke pismenosti kod djece, stvara se temelj za njihove uspjehe u daljnjem obrazovanju i karijeri.
- Implementacija STEM-a već u osnovnim školama zahtijeva sustavni pristup, ulaganje u edukaciju učitelja i osiguravanje resursa koji omogućuju kvalitetno i inkluzivno obrazovanje.



HM Queen meets Stephen Hawking at the Centre for Mathematical Sciences in Clarkson Road Cambridge 2005

Ja sam samo dijete koje nije nikada odraslo. Neprestano postavljam ona „kako” i „zašto” pitanja. Povremeno, pronađem odgovor.

Stephen Hawking
fizičar, jedan od najznačajnijih
znanstvenika 20./21. stoljeća