

# Daugiau apie **STEAM** mokymą



***Prof. Vida Mildažienė***

*VDU Gamtos mokslų fakultetas*

**VDU seminaras mokytojams 2021-04-06, Kaunas**

# *Seminaro turinys*



Kviečiame atsakyti į keturis seminaro dalyvių apklausos anketos klausimus

- Kokia STEM mokymo inovacijų esmė, istorinės prielaidos ir poreikis?
- Ar lengvai suprantama STEM sąvoka?
- Kodėl STEM virsta STEAM/STREAM?
- STEAM bendrieji principai ir tikslas.
- STEM mokytojas, jo kompetencijos ir vaidmuo
- Mokslinio tyrimo principas ir jo taikymas
- STEM aplinka Lietuvoje. Kur esame šiandien?
- Diskusija – ką galime daryti visi kartu, kad būtų sparčiau žengiama į priekį?



# I. Kas yra STEM/STEAM?



<https://www.brookes.ac.uk/school-of-education/research/science--technology--engineering-and-mathematics--steam-/>

- **Pavadinimas-santrumpa jungia gamtos mokslų, technologijos, inžinerijos, meno (arba visų kitų mokslų) ir matematikos dalykus;**
- **Terminas vartojamas, kalbant apie mokymo politiką ir mokymo programos pasirinkimą mokyklose.**
- **STEAM mokymu siekiama didinti gamtos ir technologijos mokslų konkurencingumą ir skatinti mokinių domėjimąsi šiais mokslais**

## STEAM apibrėžimas (vienas iš galimų)

- STEAM švietimas - tarpdisciplininis mokymo(si) metodas, kuris sieja tiksliai akademines sąvokas su realaus pasaulio pamokomis, kurių metu mokiniai taiko mokslą, technologijas, inžineriją, matematiką ir meną/visus kitus mokslus kasdienio gyvenimo kontekstuose (jungiančiose mokyklą, bendruomenę, darbą, pasaulio pramonę ir kt.).
- STEAM kaip mokymo metodologija yra pagrįsta mokinių asmeninės iniciatyvos ir smalsumo skatinimu, juos įtraukiant į įvairialypę **praktinę tyrimų veiklą**, tuo siekiant iš esmės didinti STEAM dalykų patrauklumą.
- **Tolimasis STEAM tikslas:** vystyti **mokslinį visuomenės raštingumą, kritinį mąstymą** ir užtikrinti šalies gebėjimą **konkuruoti šiuolaikinės ekonomikos erdvėje**.

# STEM sandai

Pirmasis akronimas SMET (JAV Nacionalinis mokslo fondas), pakeistas į STEM 2001 m. Judith A. Ramaley, JAV NSF direktorės

- S** • **Mokslas** (Science): sisteminiai gamtos, medžiagų ir fizinės visatos savybių, elgsenos tyrimai, pagrįsti stebėjimais, bandymais, matavimais ir dėsningumu, aprašančių ir apibendrinančių nustatytus faktus formulavimas - biologija, chemija, fizika, aplinkos mokslas, geologija...
- T** • **Technologijos** (Technology): mokslų šaka, susijusi su gyvenimui, visuomenei ir aplinkai tvarkyti skirtų techninių priemonių kūrimu ir panaudojimu. Technologijomis grindžiamas pramonės, inžinerijos, taikomojo mokslo ir fundamentalaus mokslo vystymasis. Pvz., kompiuterių ir informacinės sistemos, žaidimų kūrimas, programavimas, internetiniai ir programinės įrangos sprendimai, 3D modeliavimas);
- E** • **Inžinerija** (Engineering): fundamentalaus mokslo žinių taikymo mokslas arba menas - pvz., variklių, tiltų, pastatų, kasyklų, laivų, cheminių gamyklų konstravimui ir statybai. Chemijos inžinerija, civilinė inžinerija, kompiuterių inžinerija, elektros (elektronikos) inžinerija, mechanikos inžinerija, kt. inžinerinės sritys);
- M** • **Matematika** (Mathematics): susijusių mokslų (algebros, geometrijos, skaičiavimo) grupė, susijusi su skaičių, kiekybės, formos, erdvės kategorijų tarpusavio ryšiais ir specializuotų žymėjimų panaudojimu - matematika, statistika.

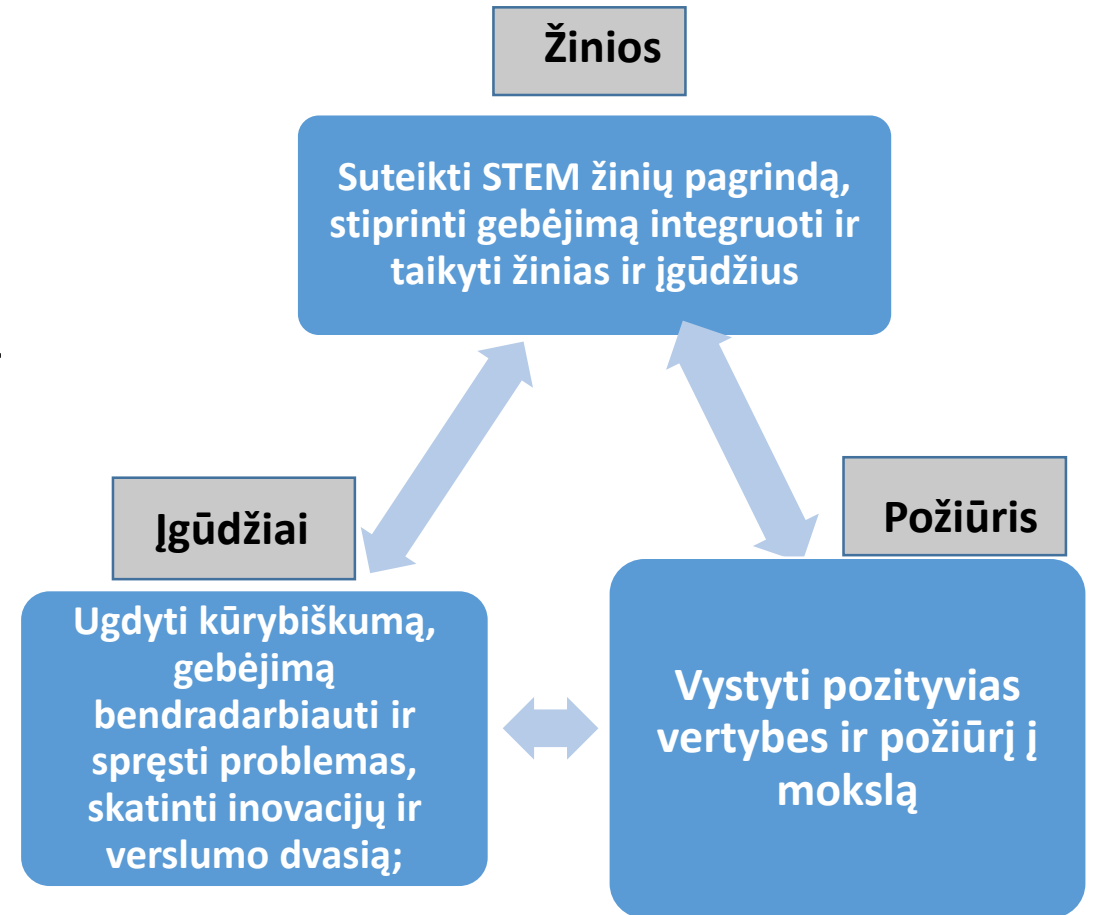
## Kuo inovatyvus STEM mokymas?

- Įprastinį paskaitom/pamokom pagrįsto *instrukcinio* mokymo strategija keičiama tyrimais\* ir projektinėmis veiklomis pagrįstu mokymu;
- Gamtos mokslų, technologijų, inžinerijos ir matematikos mokymas integruojamas į vieningas patirtines veiklas (priešingai tradicinei tvarkai, kai dalykai mokomi atskirai);
- STEM mokymo metodologija centruojama į mokinio iniciatyvas. **Patirtinis mokymas + >> interaktyvumo**; Todėl **mokytojo vaidmuo keičiasi, mokymo metodika keičiasi**.
- Akcentuoja žinių ir įgūdžių taikymo **realiam gyvenimui** svarbą (kontekstualumas);
- Ūgdo mokslinį raštingumą ir loginį bei kritinį mąstymą;
- Rengia besimokančiuosius integruotai karjerai.

\***Mokslinio tyrimo principas** taikomas ne tik tam kad mokiniai lengviau įsisavintų mokslines sąvokas. Jie išbando metodą, kurį taikant gaunamos mokslo žinios. Savarankiškai atliekant bandymus, suprantama „mokslo virtuvė“, sužinoma kaip atsiranda naujos žinios. Mokiniai suvokia kaip mokslinio tyrimo principai taikomi spręsti problemoms, supranta kad gali būti mokslininkais ir kad tai - nepaprastai įdomi veikla

# STEM tikslai

- Suteikti mokiniams/studentams stiprų STEM žinių pagrindą ir skatinti jų domėjimąsi mokslu, norą tęsti STEM dalykų studijas, rinktis su STEM žiniomis susijusią karjerą, taikyti STEM žinias šiuolaikinio gyvenimo iššūkiams spręsti;
- Stiprinti besimokančiųjų gebėjimus integruoti ir taikyti žinias bei įgūdžius, ugdyti kūrybiškumą, gebėjimą bendradarbiauti ir spręsti problemas, skatinti inovacijų ir verslumo dvasią;
- Atskleisti ir išugdyti talentus, parengti nacionalinei pažangai būtinus ekspertus



# Tradicinės mokymo metodologijos problemos



- Knowledge is poured from one receptacle into an empty one.
- The teacher is the knower passing over knowledge to the students.
- What is explained or demonstrated by the teacher leads to students' learning.

## TRADICINIS MOKYMO BŪDAS

Daug laiko skiriama teoriniam dalykų aiškinimui (žinių perdavimui), dažnai naudojant lentą. Kartais mokytojas arba mokiniai užduoda klausimus

Aiškinimą seka užduotys, siekiant įvertinti, ar suprasta

Mokytojas kontroliuoja mokymosi procesą

Mokiniai klauso, apibendrina, konspektuoja



Didaktinis mokymas apibrėžiamas kaip instrukcijomis pagrįstas mokymas

Mokymuisi būtinas mokinio dėmesys ir domėjimasis



# Tradicionis//Inovatyvūs mokymo būdai

<b>Projektine</b> veikla grįstas mokymasis	Mokymo metodas, kai mokiniai įgyja ir taiko įgūdžius ilgą laiką kurdami projektą, kuriame atlieka išsamų konkrečios temos ar klausimo tyrimą bei parengia jo pristatymą.
<b>Tyrinėjimu</b> grįstas mokymasis	Aktyvaus mokymosi forma, kuri prasideda keliant klausimus, problemas ar kuriant scenarijus, o ne paprasčiausiai pateikiant nustatytus faktus ar išaiškinant sklandų žinių įgijimo kelią.
<b>Problemų</b> sprendimu grįstas mokymasis	Į mokinį orientuotas metodas, kuriame mokiniai mokosi dalyko dirbdami grupėse ir spęsdami atviras problemas.

Tradicionis mokymasis	Probleminis mokymasis
Nagrinėjami teoriniai aspektai, mažai susiję su realiu gyvenimu	Mokiniai mokosi pritaikyti žinojimą prie realaus gyvenimo situacijų
Mokiniai vartoja informaciją	Mokiniai kuria informaciją
Mokytojas klausia, mokiniai – atsako	Studentai kelia klausimus ir ieško atsakymų
Mokiniai studijuoja tai, kas jiems užduota	Mokiniai studijuoja savo pačių atrastus šaltinius
Mokiniai pasyviai klauso dėstytojo didelėje grupėje	Mokiniai dirba mažoje grupėje
Mokiniai mokosi iš mokytojo	Mokiniai mokosi bendradarbiaudami
Mokiniai mokosi konkuruodami vieni su kitais	Mokiniai mokosi bendradarbiaudami
Mokiniai mokosi tam, kad išlaikytų egzaminą	Mokiniai mokosi, kad suprastų dalykų esmę
Mokiniai kovoja su faktų sausumu	Mokiniai mato praktinį pritaikymą ir tinkamumą to, ką išmoko
Mokiniai remiasi vadovėliais	Mokiniai remiasi dideliu skaičiumi įvairių šaltinių



## PATIRTINIS MOKYMAS(IS)

Metodinė medžiaga

Kalba neredaguota

2019

**PATIRTINIS MOKYMAS(IS)**  
Metodinė medžiaga apie patirtinį mokymą su praktiniais pavyzdžiais  
**Šarūnas Gerulaitis; Eglė Vaivadienė**  
Nacionalinė švietimo agentūra  
Ugdymo turinio rengimo skyrius

Projektas	Projektine veikla grįstas mokymasis
Gali būti atliktas individualiai	Reikalauja bendradarbiavimo bei mokytojo konsultavimo
Apie produktą	Apie procesą
Centre - mokytojas	Centre – mokinys
Visi projektai turi tą patį tikslą	Mokiniai pasirenka galutinį rezultatą
Produktas/rezultatas pateikiamas mokytojui	Produktas / rezultatas pristatomas auditorijai
Mažai susietas su realiomis problemomis	Paremtas realių problemų sprendimu
Vyksta po „tikrojo“ mokymosi	Tikrasis mokymasis vyksta per projektinę veiklą

# TRADICINIO MOKYMO BŪDO PADARINIAI

Jimenez Iglesias M., Faury M., Iuliani E., Billon N. ir Gras-Velazquez A. (2018) Europos STEM mokyklų ataskaita: pagrindiniai elementai ir kriterijai. Europos mokyklų tinklas, Briuselis

**Mokinių pasiekimai gamtos ir tikslųjų mokslų srityse prastėja, o STEM specialistų poreikis didėja.** 

Pagal Ekonominio bendradarbiavimo ir plėtros organizacijos (EBPO) 2015 m. PISA tyrimo rezultatus nuo 2006 m. gamtos ir tikslųjų mokslų pasiekimai gerėjo tik 12-oje iš 72-ų tirtų šalių. Be to, Europos Sąjungoje prasti mokinių gamtos ir tikslųjų mokslų pasiekimai siekia vidutiniškai 20,6 % visų pasiekimų gamtos ir tikslųjų mokslų srityse, o tai 5 % viršija standartą, nustatytą 2020-iesiems metams. Didėja STEM specialistų poreikis, todėl labai trūksta šių sričių darbuotojų. „Susirūpinimą [...] kelia du dalykai: vis mažiau mokinių Europoje renkasi STEM dalykus ir šiose srityse vis dar dirba nedaug moterų.“<sup>1</sup> Todėl reikia išsiaiškinti, kas jaunuolius, o ypač mergaites, motyvuoja mokytis ir kaip pakeisti jų požiūrį į mokyklą ir sužadinti norą mokytis.



Projekto „STEM mokyklos ženklas“ intelektinis produktas Nr. 1

**Europos STEM mokyklų ataskaita**

**PAGRINDINIAI  
ELEMENTAI IR  
KRITERIJAI**

- **Mažėja pasirenkančių gamtos, technologijos ir matematikos studijas, profesijas, mokslininko karjerą;**
- **Didėja atotrūkis tarp kvalifikuotų tyrėjų ir specialistų kiekio ir jų poreikio;**
- **Mažėja potencialas kurti inovacijas ir ekonominis šalies konkurencingumas**

# STEM istorinės prielaidos ir diegimo pasaulyje patirtis

<https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=IGqGWTODnwe>



<https://www.idtech.com/blog/stem-education-statistics>:

STEM is important. STEM is an economic driver. STEM presents opportunity. We need to prepare way more people to meet such opportunity. The bottom line is that STEM needs to be where the kids are. In school, after-school; during the summer, and in our local communities, introduced at a young age when they are most curious. Kids need STEM mentors and [role models to look up to](#). They need more education about STEM degrees and related jobs so they can look forward to bright futures in these fields.

STEM needs to be the sport your child is playing, the show they are watching, and the hero they are emulating. It's not that kids don't have the time or capacity to "fit in" STEM, but rather that time needs to be reshaped to include STEM.

# Šiuolaikinio laikotarpio iššūkiai ir STEM poreikis pasaulyje

- Pasaulio ekonomika nepaprastai greitai keičiasi;
- Lyderystę lemia naujos/išmaniosios technologijos;
- Atsiranda naujos pramonės šakos ir nauji gerovės šaltiniai;
- Visoms ekonominėms veikloms būtini darbuotojai, turintys naujų kompetencijų ir įgūdžių;
- Kiekviena valstybė gali rinktis – atsilikti ar konkuruoti/būti tarp šalių-lyderių;
- **Konkuravimo potencialą lemia mokslas ir inovacijos.** Biotechnologijų, informacinių ir komunikacijos technologijų, pažangios pramonės vystymas pagrįstas mokslo žiniomis.
- MIT pažanga priklauso nuo talentų pritraukimo ir ugdymo. **Pasirinkusieji lyderystės siekį turi pradėti nuo į tai nukreiptų esminių švietimo strategijos inovacijų. Pirmaujančios valstybės įdiegė STEM edukaciją visuose švietimo lygmenyse: nuo ikimokyklinio ugdymo iki mokymosi visą gyvenimą**

Australijos vyriausybė 2014:

*(JAV) patirtis suteikė pamoką visiems: ekonomikos lyderius apibūdina ne šalies dydis ar geografinė padėtis, bet gebėjimas organizuotis ir tinkamai išnaudoti galimybes*



STEM education is the pipeline that provides future scientists

The evidence shows that high performing countries are characterised by:

- a strong basic or 'blue-sky' research enterprise providing a wellspring of technical know-how and step-change ideas
- rich and deep connections to the global science enterprise
- a culture of risk—assessing it, managing it and taking it
- openness to new ideas
- career pathways from academia to industry and vice versa
- a reliable pipeline of STEM graduates whose skills employers value
- a STEM-literate population that celebrates discovery and entrepreneurship.



## Kas lėmė STEM mokymo poreikį ir jo atsiradimą? Economic STEM imperatives – STEM yra ekonominė būtinybė

- Fizinių ir technologijos mokslų kvalifikacijų darbo jėgos trūkumas visose šalyse akivaizdžiai stabdo inovacijas, mokslo ir technologijų pažangą ir neatitinka pramonės poreikių
  - *trūkumas 20-30 %, 2/3 įmonių jaučia sunkumus dėl tokių darbuotojų įdarbinimo;*
  - *STEM kvalifikacijos darbuotojų poreikis didėja 3 kartus greičiau lyginant su neSTEM;*
- Nuolat mažėja su STEM susijusių programų studentų skaičius, atsilieka STEM dalykų mokytojų rengimas.
- Jaunimo susidomėjimą ir norą rinktis šias disciplinas studijoms mažina pasenusi mokymo metodika, kurią taikant mokykloje šie dalykai pateikiami nepatraukliai, nuobodžiai.

# STEM atsiradimo istorinės prielaidos

STEM edukacija būtina rengti talentingiems profesionalams, kurie užtikrina visuomenės technologinę pažangą

- I ir II pasaulinio karo metu mokslininkai prisidėjo prie karui reikalingų naujų technologijų kūrimo (ginklai, vaistai, transporto priemonės, guma ir t.t.): **gebėjimas kurti inovatyvius produktus** akivaizdžiai gerino kariaujančių šalių gebėjimą konkuruoti su priešais,
- 1957 m. Tarybų Sąjunga paleido į kosmosą pirmąjį “Sputniką”. Kamuolio dydžio dirbtinis Žemės palydovas išsilaikė orbitoje apie 1 val., tačiau tuo buvo pradėtos JAV ir TSRS “kosminės lenktynės”, kuriomis buvo siekiama pademonstruoti pirmavimą technologijų vystymo srityse.
- Sputnikas tapo pasaulinės lyderystės technologijų srityje ir grėsmės nacionaliniam JAV saugumui ženklu.

Oh little Sputnik, flying high  
With made-in-Moscow beep,  
You tell the world it's a Commie sky  
And Uncle Sam's asleep.

You say on fairway and on rough  
The Kremlin knows it all  
We hope our golfer knows enough  
To get us on the ball.

—Gov. G. Mennen Williams (Michigan)



# Technologinės lenktynės tęsiasi šiandien: rusiška COVID19 vakcina - „Sputnik V“...

**FOR THE RECORD**

STEM: The 21st Century Sputnik

by Joyce Lynn Garrett  
Academic Editor



When the Soviet Union launched the first successful manned space flight in 1957, Americans were shocked! The response was immediate and intense. NASA scientists sent a number of satellites into orbit; the Defense Department created the Advanced Research Projects Agency, and government officials significantly increased spending on scientific research and education.

The Space Age brought new developments to almost every aspect of American life: nylon to Kevlar®; frozen orange juice to Tang®; vacuum tubes to microchips. These changes had a significant impact everywhere, but they were most obvious in public schools. Science curriculum shifted to laboratory, project-based activities; set theory was introduced in mathematics; problem-based learning evidenced the influence of engineering on the curriculum; and computers became a mainstay in most schools.

Though curricular areas were strengthened following the launch of Sputnik, American students have not demonstrated expected levels of growth in these areas, referred to collectively as STEM (science, technology, engineering, and mathematics). Over the years, many reasons have surfaced to explain the consistently low performance of students, especially in math and science. Some of the more accepted are (1) lack of access to adequate resources, including qualified teachers (Technology

**The Harvard Gazette**

NATIONAL & WORLD AFFAIRS

## How Sputnik changed U.S. education

Fifty years later, panelists consider a new science education 'surge'

4 October 1957

### Shock as Russia launches world's first artificial satellite

Will the Russians use satellites to attack us?"

Whoever rules space rules the world

We must win the space race!

<b>Factfile:</b>	<b>Name:</b>	Sputnik 1
	<b>Launch date:</b>	4.10.1957
	<b>Re-entry date:</b>	4.1.1958 (burned up on re-entry)
	<b>Launched from:</b>	Kazakhstan
	<b>Size:</b>	58 cm diameter sphere
	<b>Mass:</b>	83.6 kg
	<b>Material:</b>	2 mm thick alloy of Al, Mg and Ti

**Sputnik 1** launched the space race. The race cost Russia and the USA billions and prompted innovations that changed our world forever.

**Was the space race worth the cost?**

# Nacionalinės gynybos švietimo aktas 😊

*Jennifer L. Jolly, Ph.D.*

The National Defense Education Act,  
Current STEM Initiative, and the Gifted

- 1958 m. JAV kongresas priėmė Krašto apsaugos švietimo įstatymą (*National Defence Education Act*), kuriuo buvo siekiama sukurti geresnę nei Sovietų sąjungos švietimo sistemą. 1 Bln USD buvo investuotas per 4 metus skatinti gabius mokslams mokinius (stipendijos, paskolos)
- 1958 m. JAV kongresas priėmė Erdvės įstatymą (*Space Act*) ir įkūrė NASA (National Aeronautics and Space Administration), kurios užduotis ir misija buvo sutvirtinti JAV dominavimą kosmose, veiksmingai panaudojant mokslo ir inžinerijos laimėjimus.
- 1965 m. išleistas Viduriniojo ugdymo įstatymas.
- **NASA** buvo daugelio STEM iniciatyvų pradininkė. NASA finansavo įvairius masinius SEM edukacijos projektus. Pvz., 2010 m. STEM projektų dalyviais buvo 150 000 mokinių, iš jų bent 22 000 turėjo po 40 val. STEM pratybų.



# NASA STEM EDUCA

National Aeronautics and Space Administration

Kickoff your classroom activities with **NASA STEM Mania** and discover the sports in NASA with **FREE** virtual educator professional development. Hit a homerun with NASA STEM Engagement opportunities for students in the STEM of sports for **FREE**

## Topics Include

Engineering in Your Classroom

R2R: Drag Race to Mars

R2R: NICE Go Green

How is Bowling Connected to Mars?

## Topics Include

Train Like an Astronaut

Spaced out

Robotics on a

Jump on Math - St

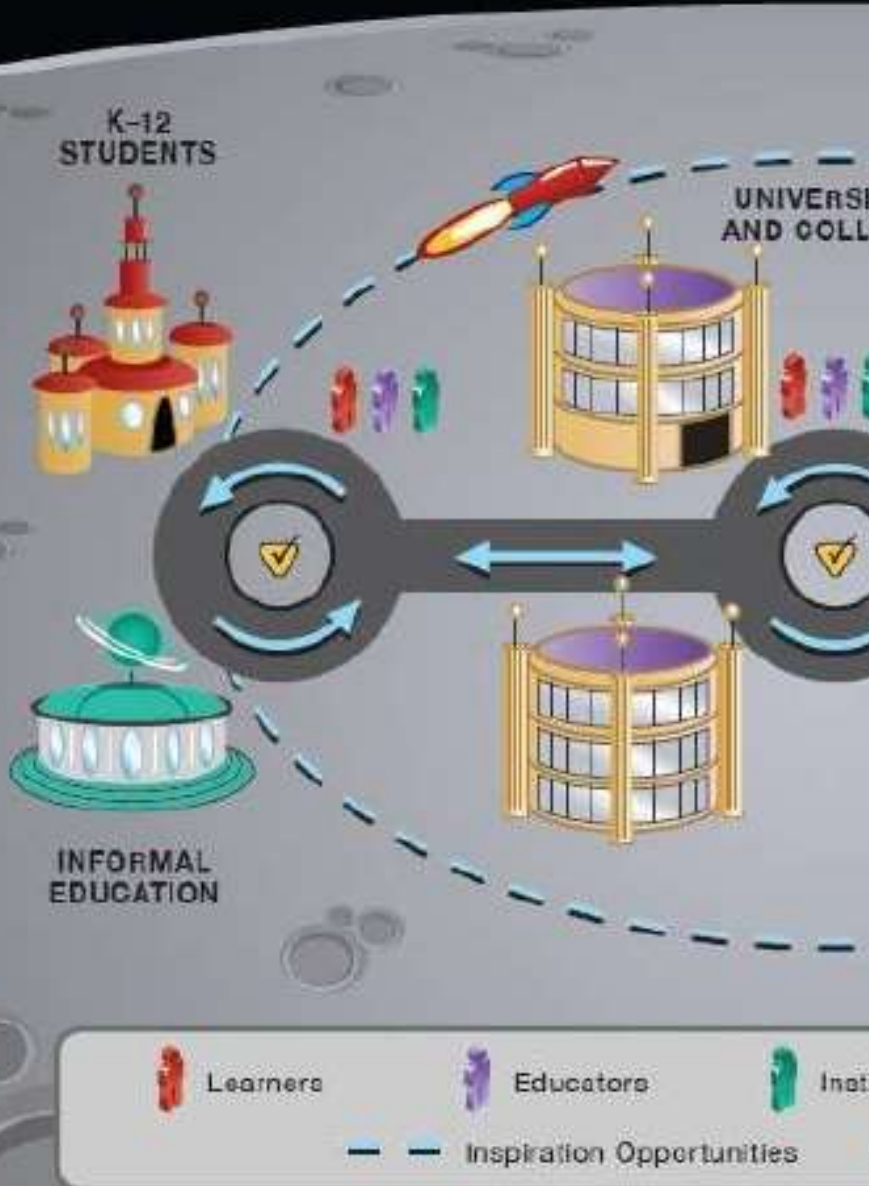


**Monday, February 24th** through **Thursday, March 20th** with sessions every Monday - Thursday  
**STEM Engagement: 12 pm - 1 pm ET**      **Professional Development : 4 pm - 5 pm ET**



[www.nasa.gov](http://www.nasa.gov)

Please Contact NASA Education Specialist Marilé Colón Robles - [marile.colonrobles@nasa.gov](mailto:marile.colonrobles@nasa.gov)



# Po Antrojo pasaulinio karo prasidėję pokyčiai, sužadinti Sputniko, lėmė reformą, metusią iššūkį tradiciniam gamtos mokslų ugdymui

## Nuo ankstesnių edukacijos reformų ši skyrėsi :

Dede C., Hardin J. Reforms, Revisions, Reexaminations: Secondary Science Education. Science Education, 1973, 57(4)

1) bandymu esamą ugdymo turinį ne patobulinti, o visiškai pakeisti;

2) tai pavedant atlikti ne pedagogams, o profesionaliems universitetų mokslininkams;

3) finansavimą skiriant ne iš įprastų valstybės šaltinių, o iš fondų ir valstybinių dotacijų.

### **STEM švietimo paradigmos kūrimosi priešistorės studija:**

Helgeson S. L., Blosser P. E. & Howe R. W. *The Status of Pre-College Science, Mathematics, and Social Science Education: 1955–1975.*

Volume I, *Science Education*, 1977. Columbus, OH: Center for Science and Mathematics Education, The Ohio State University.

+++

**Technologinėms lenktynėms JAV veiksmingai panaudojo protų nutekimo strategiją. STEM trumpinys pirmiausiai įvestas JAV imigracijos tarnybų dokumentuose apibrėžti kvaifikacijoms, kurioms suteikiamos ypatingos imigracijos lengvatos**

*I lentelė. Post-sputnik (vėlyvieji 1950-ieji –1960-ųjų vidurys) curriculum reformos kryptys. Paimta ir adaptuota iš Helgeson, Blosser ir Howe (1977).*

Nuo:	Prie:
1. Į mokinį orientuoto <i>curriculum</i> (asmeniniai-socialiniai siekiniai).	1. Į dalykinės žinias orientuoto <i>curriculum</i> (intelektinės kompetencijos siekiniai).
2. Dedukcija; mokytojo nurodymų klausymas, repeticijos, kartojimas.	2. Indukcija; įrodymai, vedantys prie atradimų; motyvacija – išspręsk galvosūkį.
3. Informaciniai mokslo aspektai; aprašymas ir pritaikymas.	3. Mokiniai „elgiasi kaip mokslininkai“, pabrėžiamos procedūros ir „mokslas kaip pažinimo būdas“; interpretacinių ir teorinių mokslo aspektų svarba.
4. Darbas laboratorijose atsietas nuo mokymosi klasėje; skirtas pademonstruoti, iliustruoti ar patvirtinti žinomą informaciją.	4. Darbas laboratorijose kaip neatsiejama kurso dalis, naudojama problemoms iškelti, testuoti tyrimų įgūdžius, suteikti „atradimo“ galimybes.
5. Mokytojas pasirenka mokymo medžiagos eiliškumą, organizuojamas kursą logine seka.	5. Mokymo paketuose (angl. <i>instructional packages</i> ) įtrauktos visos mokytojo pamokos (įskaitant filmus, laboratorinę įrangą, tekstus, testus ir pan.), pagal loginę dalyko struktūrą iš anksto numatytas eiliškumas.
6. Būsimų mokytojų rengimas pakankamas (daugiau ugdymo mokslų, mažiau dalykinių disciplinų žinių).	6. Svarią rengimo dalį sudaro mokymasis kaip panaudoti medžiagą.
7. Mokslas yra „įtvirtintos“ žinios; pagrindinių faktų svarba.	7. Mokslinės žinios nuolat kinta; bevertės, jeigu neatnaujintos; mėginimas suteikti mokiniam įrankius atnaujinti savo žinias.
8. Visos kurso dalys panašaus konceptualizavimo sudėtingumo lygio; dėl eiliškumo palikta nuspręsti mokytojui.	8. Kursas tarpusavyje susijęs; atskiros dalys „statomos“ ant anksčiau išmuktų konceptų.
9. Visos disciplinos aprėpimas/apžvelgimas (angl. <i>overview</i> ).	9. Gilus kelių konceptų supratimas.
10. Sieja mokslą su naujomis technologijomis.	10. Mokslo ir technologijų santykis neakcentuojamas.

Nors materialiniai ir žmogiškieji ištekliai, skirti reformai, buvo neregėto dydžio, ši pertvarka nebuvo vienareikšmiškai sėkminga. Reformos nuolat tęsėsi **ir po 50 metų buvo akivaizdu kad to nepakanka, norint pasiekti geresnių rezultatų**

Jan Lashbrook. Stem in early childhood. ECD, Calvary Christian Academy



2010 m. apklausos duomenimis:

According to a [2010 survey](#) by Change the Equation, a nonprofit, nonpartisan corporate initiative to further math and science learning, nearly one-third of Americans would rather clean their bathrooms than do a math problem.

Chesloff, J. D. (2013). STEM Education Must Start in Early Childhood. Education Week, 32, 32-27. <https://www.edweek.org/ew/articles/2013/03/06/23chesloff.h32.html>

## STEM edukacija – nacionalinio konkuravimo pasaulio mastu priemonė

**STEM, kaip pedagoginė sistema ir jos poreikis pirmą buvo paminėti JAV prezidento B. Obamos kalboje 2011 m. rugsėjo 25 d.**

“Let's also remember that after parents, the biggest impact on a child's success comes from the man or woman at the front of the classroom. In South Korea, teachers are known as "nation builders." Here in America, it's time we treated the people who educate our children with the same level of respect. (Applause.) We want to reward good teachers and stop making excuses for bad ones. (Applause.) And over the next 10 years, with so many baby boomers retiring from our classrooms, **we want to prepare 100,000 new teachers in the fields of science and technology and engineering and math** (Whitehouse.gov, 2011).”

2011 JAV biudžete STEM edukacijai skirta \$3.7 bilionų. Dar \$4.3 bilionų skirta Lenktynių iki viršūnės (Race to the Top competition) konkursui, kurio vienintelis prioritetas - STEM

# JAV pradėjo gerinti padėtį nuo kokybiško STEM mokytojų rengimo

In the 2011 State of the Union address, President Obama announced the goal of preparing 100,000 excellent STEM teachers over the next decade.

The target formed one of five ambitious commitments in the *Federal STEM Five Year Strategic Plan*, which brings together and bolsters STEM initiatives across portfolios. The Plan acts across the pipeline from schools to the workforce, with actions linked to milestones and performance measures. It emphasises industry engagement and practical pathways into work.

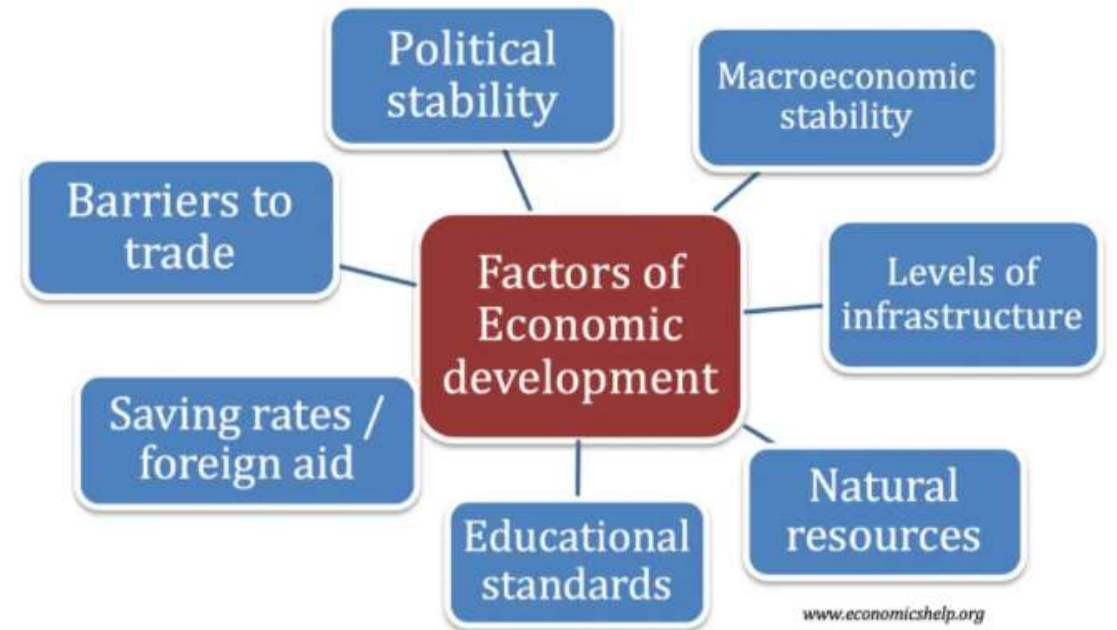
A signature initiative of the Plan is *100Kin10*, a coalition of corporate and philanthropic organisations answering the President's STEM teacher challenge. Members of the 150-strong coalition have raised over US\$30 million, while championing STEM teachers in their communities.

- 2011 m. JAV buvo užsibrėžta parengti 100 000 gerų STEM mokytojų,
- Tai buvo vienas iš Valstybinės Švietimo Strateginio 5 metų plano uždavinių. Numatyta, kad prie jo įgyvendinimo prisidės pramonės įmonės
- Prie šio plano įgyvendinimo prisidėjo bendruomenės ir visuomeninės organizacijos, kurios sudarė 100Kin10 planą (investavo ~30 mln USD)

# Kodėl tikslingai siekiama diegti STEM mokyma?

## Užsienio šalyse atliktų tyrimų išvados:

- STEM mokymas skatina inovacijas ir visuomenės pažangą;
- Investicijos į STEM atsiperka tiek trumpalaikiu, tiek ilgalaikiu laikotarpiu;
- 1 STEM profesijos darbuotojas sukuria 2,3 darbo vietas neSTEM profesijų darbuotojams;
- Šalys, turinčios kryptingą STEM mokymo strategiją lenkia jos neturinčias šalis;
- Neturinčios suformuotos STEM strategijos šalys praranda talentus.



Donovan BM, Moreno Mateos D, Osborne JF, Bisaccio DJ (2014) Revising the Economic Imperative for US STEM Education. PLoS Biol 12(1): e1001760.

Hanushek and Kim (2000)—shows statistically and economically significant effect of the cognitive skills on economic growth in 1960-2000 including the data from 37 countries;

Hanushek and Woessman (2008, 2009)—have found relationship in test score and economic growth using data from 50 countries.

**Makroekonomikos tyrimai: ryšis tarp moksleivių gamtos mokslų ir matematikos testų rezultatų ir bendrojo vidaus produkto (BVP);**

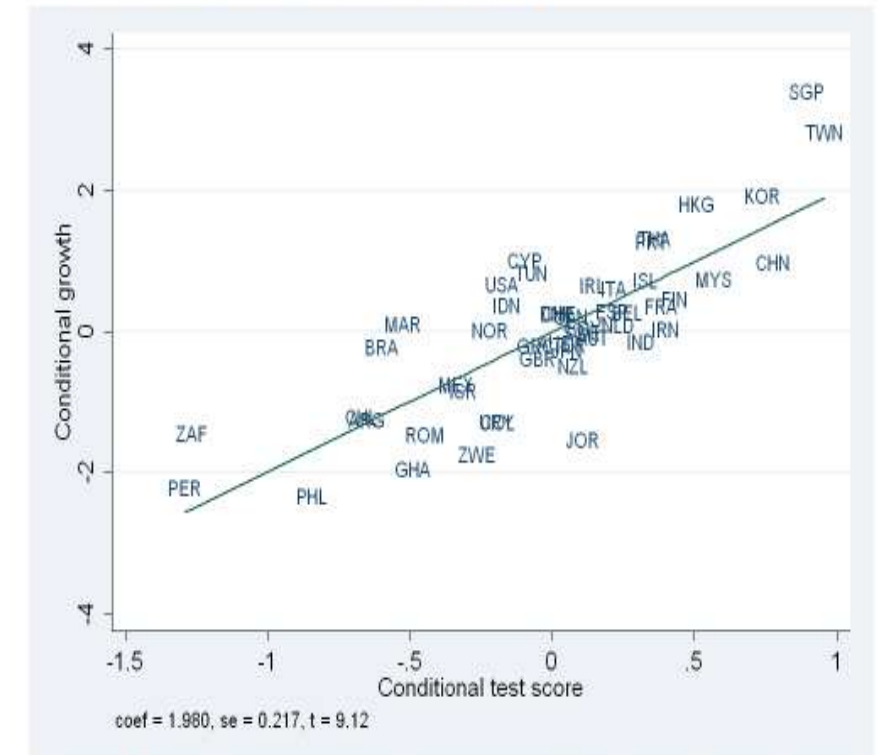
**Tai patvirtina, kad STEM švietimas svarbus šalies ekonominiam vystymuisi;**

**Autoriai kritikuoja bandymus prognozuoti BVP augimą atsižvelgiant tik į testų rezultatus.**

**Svarbiausias kritikos argumentas yra tai, kad toks prognozavimo būdas neįvertina ekonominio augimo poveikio biologinei įvairovei ir ekosistemų funkcionavimui (šie veiksniai riboja ilgalaikį ekonomikos augimą);**

**STEM edukacija gali atlikti tokį vaidmenį su sąlyga, kad nebus vaikomasi vien geresnių testų rezultatų. Svarbiausia yra įdiegti mokiniams supratimą apie būtinybę įvertinti poveikį ekosistemoms, jas saugoti ir atstatyti siekiant subalansuotos ekonomikos augimo tikslų.**

Figure 13: Cognitive skills and economic growth



Notes: Added-variable plot of a regression of the average annual rate of growth (in percent) of real GDP per capita in 1960-2000 on the initial level of real GDP per capita in 1960, average years of schooling in 1960, and average test scores on international student achievement tests.

Source: Hanushek and Woessmann (2008).

# STEM mokymo pridėtinė vertė

STEM education is the pipeline that provides future scientists

Didina STEM dalykų patrauklumą, skatina pasirinkti jų studijas

Ugdo pozityvų požiūrį į mokslą ir didina pasirenkančių mokslinę karjerą skaičių

Didina gabių tyrėjų ir inžinierių skaičių ir kompetencijas

Tenkina darbdavių poreikius  
Didina valstybės MTEP potencialą

Skatina ekonominę šalies pažangą

Didina ekonominį konkurencingumą

Ugdo visuomenės mokslinį raštingumą, kritinį mąstymą, atsparumą dezinformacijai



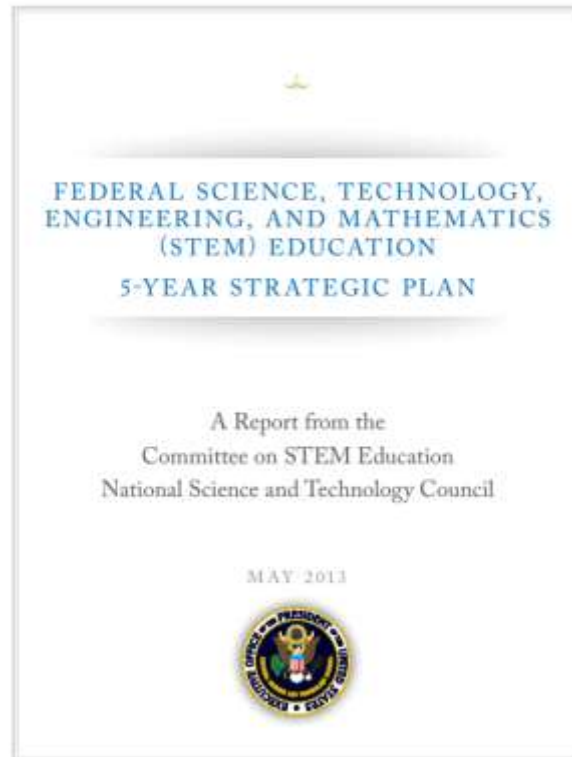
# Švietimo srityje vyksta STEM manija:

Sanders, M. (2009). STEM, STEM Education, STEMmania. *Technology Teacher*, 68(4), 20–26.

## STEM – nacionalinė švietimo strategija

### Šalys - STEM pionieriai

- Suomija – nuo 1970 m. reformos
- Anglija 2006-2010
- Norvegija 2010
- JAV 2009/2011



### Ne Europos šalys

- Australija 2013
- Singapuras, 2015
- Indija, 2015
- Honkongas 2015
- Kinija, 2015
- Indonezija, 2015

### Europos sąjunga

2015: 26 iš 30 Europos šalių turi nacionalines strategijas, įtraukiančias STEM arba išskirtinai dedikuotas STEM kaip prioritetinei švietimo sričiai stiprinti (Kearney, 2016).

**Lietuva - 2015**

# Valstybinė STEAM ugdymo strategija, Lietuva

**Strateginis tikslas**– didinti moksleivių susidomėjimą gamtos mokslais, technologijomis, inžinerija ir matematika ir ugdyti mokinių kūrybiškumo, iniciatyvumo ir verslumo kompetencijas su tikslu pasirengti sėkmingai profesinei karjerai bei aktyviai formuoti inovacijų kultūrą Lietuvoje.

## TIKSLAI

## UŽDAVINIAI

### 1. Gerinti mokinių pasiekimus STEM srityje

- 1.1. Modernizuoti ugdymo turinį.
- 1.2. Užtikrinti STEM ugdymui reikalingos infrastruktūros ir mokymosi aplinkos formavimą (įranga, laboratorijos, kitos patalpos kūrybinei veiklai).
- 1.3. Sukurti nacionalinį į STEM plėtotę orientuotų mokyklų (STEM mokyklų) tinklą.
- 1.4. Įgyvendinti gabiųjų vaikų ugdymo programą ir projektus STEM srityje.
- 1.5. Skatinti inovatyvias STEM iniciatyvas, mokykloms bendradarbiaujant su akademiniais, socialiniais, verslo partneriais ir neformaliojo ugdymo institucijomis.
- 1.6. Stiprinti neformalaus ugdymo sistemą: plėsti aprėptį, patrauklumą, mokinių įtraukimą, turinį, suderinant su formaliojo ugdymu

### 2. Rengti XXI amžiaus mokytojus, plėtoti STEAM ugdymui aktualias mokytojų kompetencijas

- 2.1. Tobulinti mokytojų kompetencijas STEM srityje.
- 2.2. Sukurti ir palaikyti virtualų STEM metodikos centrą.
- 2.3. Į STEM pedagogų rengimo programas pritraukti geriausius abiturientus.

### 3. Skatinti visuomenės švietimą ir domėjimąsi STEAM temomis.

- 3.1. Plėtoti interaktyvias edukacines erdves neformaliojo švietimo, mokslo ir kultūros įstaigose.
- 3.2. Audiovizualinėmis, tekstinėmis ir kitomis priemonėmis informuoti visuomenę apie aktualijas STEM srityse.
- 3.3. Skatinti tarpinstitucinį bendradarbiavimą, organizuojant kultūrinius ir edukacinius renginius STEAM temomis.

# Priimtas STEM ugdymo veiksmų planas (2015)

(skaidruolei panaudota J. Nemanienės (ŠMM) informacinio pranešimo medžiaga).

## Strateginis tikslas:

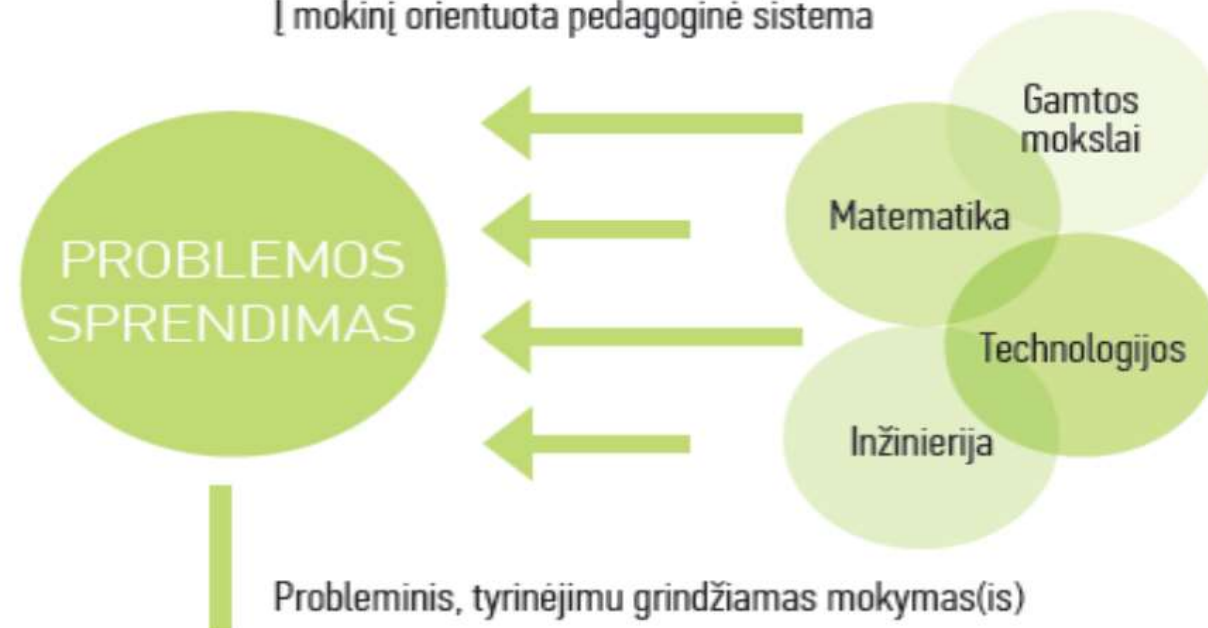
**Didinti mokinių susidomėjimą** gamtos mokslais, technologijomis, inžinerija ir matematika ir ugdyti mokinių kūrybiškumo, iniciatyvumo ir verslumo kompetencijas formuojant inovacijų kultūrą Lietuvoje.

## Tikslai:

1. Gerinti **mokinių pasiekimus** STEAM srityje.
2. Rengti XXI amžiaus mokytojus, plėtoti STEAM ugdymui aktualias **mokytojų kompetencijas**.
3. **Skatinti visuomenės švietimą** ir domėjimąsi STEAM temomis.

## STEM GERESNI MOKINIŲ PASIEKIMAI UGDANT INOVATORIŲ KARTĄ

[ mokinį orientuota pedagoginė sistema

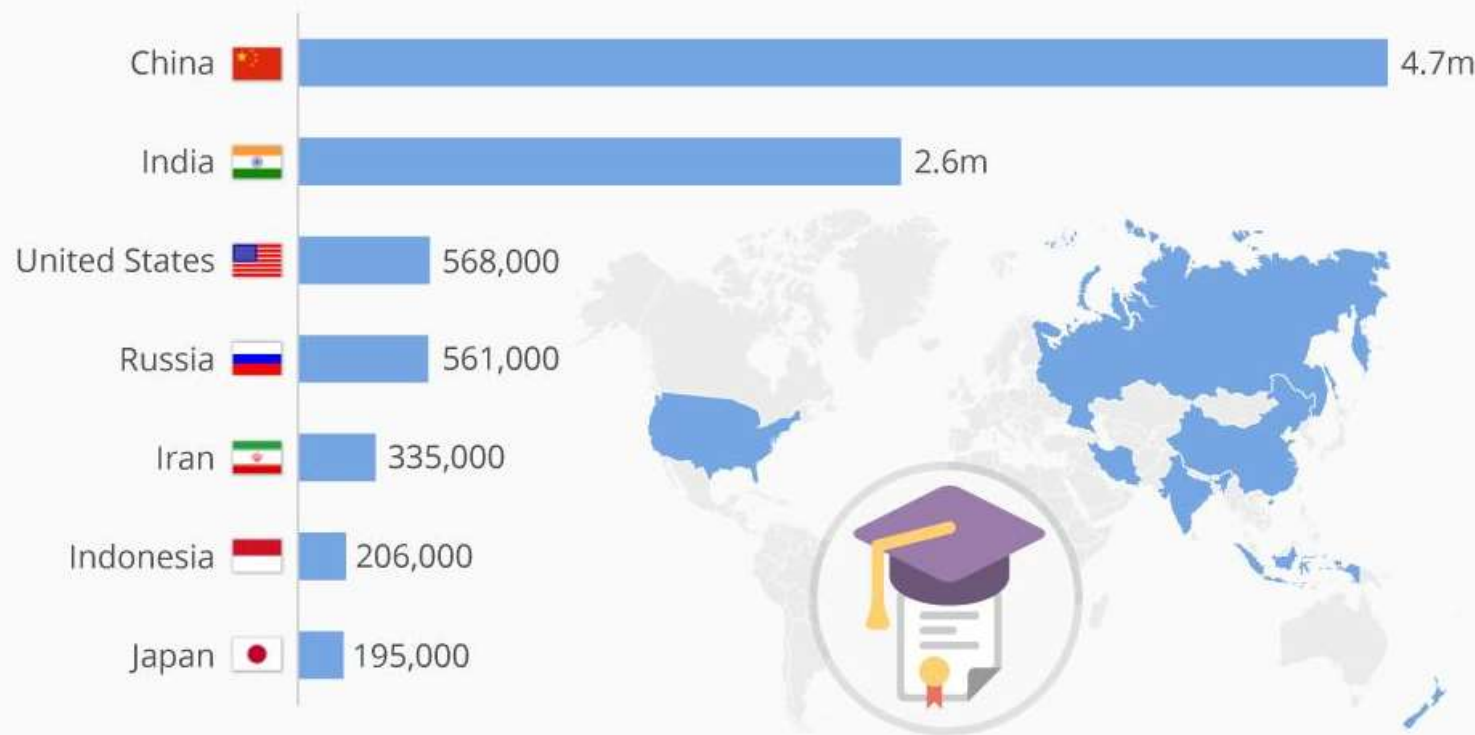


# Priemonės

- **Sukurti STEM mokyklų tinklą.**
- **Sukurti mokiniams pritaikytus STEM atviros prieigos centrus (*Future Classroom+ Art/Design*) (stacionarias, mobilias, virtualias laboratorijas).**
- **Remti tikslines STEM stovyklas mokinių atostogų metu.**
- **Sukurti gamtos mokslų integruoto kurso mokymo medžiagą 5–8 klasėms.**
- **Skatinti tikslines praktikas / stažuotes dirbantiems mokytojams.**
- **Aprūpinti STEM priemonėmis priešmokyklinio ugdymo programą įgyvendininančias ugdymo įstaigas, 1–4 klases ir 5–8 klases naujomis STEM priemonėmis (*išskyrus kompiuterius*).**
- **Užtikrinti visų mokyklų aprūpinimą spartaus interneto prieiga.**
- **Įrengti gamtos mokslų / technologijų / inžinerijos laboratorijas mokyklose .**
- **Skatinti aukštųjų mokyklų dalyvavimą gabių ir talentingų mokslui vaikų ugdyme.**
- **Skirti tikslinį finansavimą STEM neformaliojo ugdymo veikloms.**
- **Apmokėti STEM modulių studijas dirbantiems mokytojams.**
- **Įkurti Mokslo muziejų, populiarinantį mokslų (taip pat ir tarpsektorinių mokslų sričių) atnešamas naujoves ir ugdantį visuomenės mokslinę kultūrą.**
- **Kitos priemonės.**

## The Countries With The Most STEM Graduates

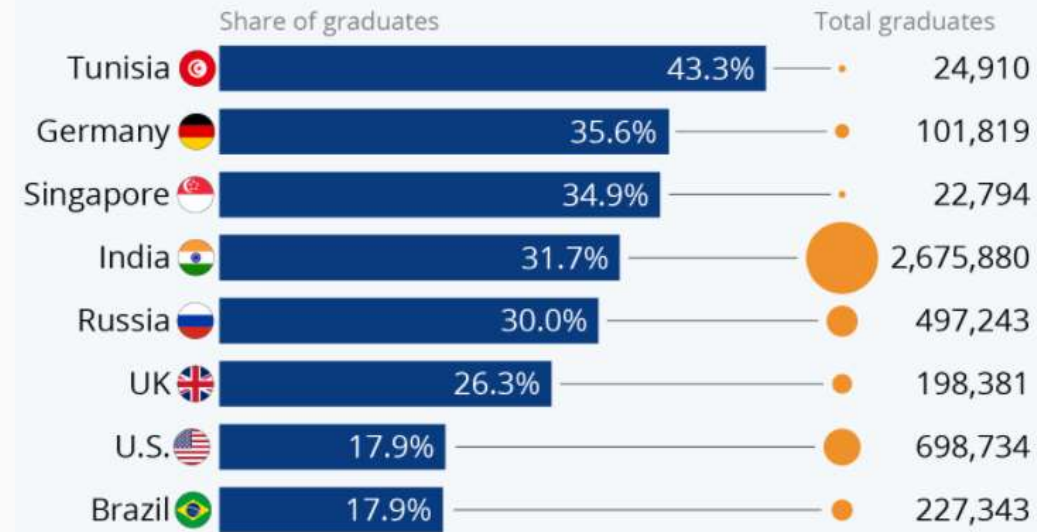
Recent graduates in Science, Technology, Engineering & Mathematics (2016)



## Where Most Students Choose STEM Degrees



Share of graduates and total graduates from STEM tertiary education programs in selected countries in 2018\*



\* or latest available. No data published for China

Source: UNESCO Institute for Statistics



# LIETUVA?

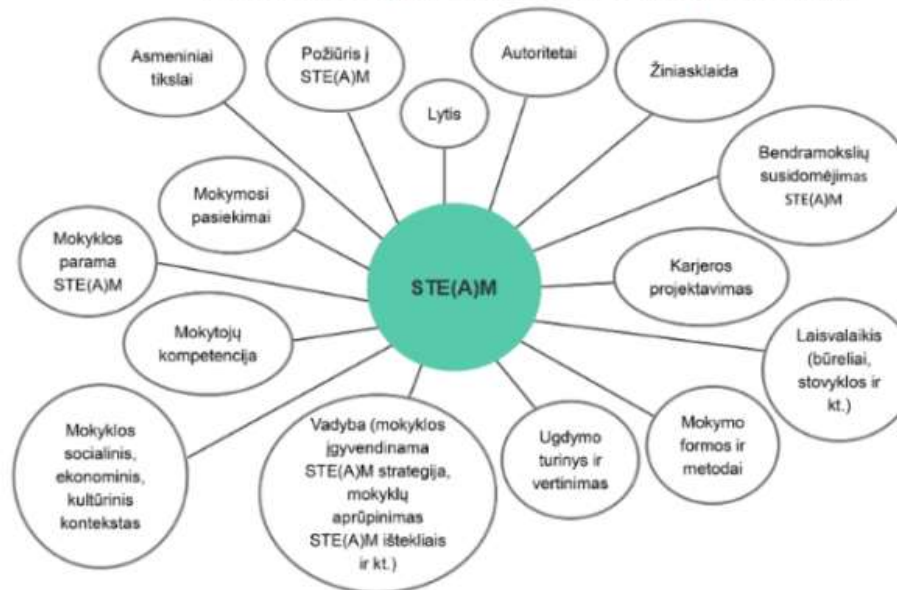
## 2020 m. apžvelgta esama STEAM sričių ugdymo situacija Lietuvoje



### 26% Lietuvos moksleivių renka STEM studijas



### Mokinių susidomėjimą STE(A)M mokslais lemiantys veiksniai [ 2 ]



Daugiau nei 60 proc. mokinių STEAM dalykais susidomi įkvėpti mokytojo ir mokymo medžiagos

Beveik 55 proc. Lietuvos abiturientų rinkdamiesi ateities profesiją atsižvelgia į tai, kurie dalykai jiems buvo įdomiausi mokykloje. 25-ių geriausių pasaulio mokymo sistemų analizė rodo, kad svarbiausias efektyvios švietimo sistemos elementas yra mokytojai.

# Užsienio šalių STEM mokymo diegimo analizės apibendrinimas

- Užsienio šalys skiria prioritetinį dėmesį esminėms 21 amžiaus mokymosi sritims – STEAM ir darniosios plėtros nuostatų įgyvendinimui.
- Užsienio šalys (Afghanistas, Australija, Kanada, Ekvadoras, Egiptas, Indija, Iranas, Filipinai, Pietų Korėja, Turkija, JAV) turi nacionalines STEAM ugdymo strategijas nuo ikimokyklinio amžiaus iki aukštojo mokslo (K12 sistema), kurios apima STEAM ugdymo rezultatų ir procesų įtraukimą į bendrąsias programas, ugdymo centrų kūrimą, pedagogų kvalifikacijos tobulinimą, metodinių rekomendacijų pedagogams ir mokymo priemonių rengimą.
- Suomijoje ypač veiksmingas modelis, kai atsakomybę už STEAM ir kitas pažangias inovatyvias praktikas yra prisiėmęs **universitetų tinklas**, gaunantis nacionalinį finansavimą.
- Australijoje profesinės sąjungos rūpinasi inovacijų prieinamumu pedagogams, plėtodamos ikimokyklinio ugdymo turinį, metodus ir aplinkas.
- Didžiojoje Britanijoje mokyklų tinklas **kartu su mokslininkais** plėtoja pažangių inovatyvių praktikų idėjas.
- Pažengusios STEM mokymo srityje šalys sukuria „STEM ekosistemas“

# Kaip didinamas moksleivių susidomėjimas gamtos mokslais ir jų žinių lygis?

skaidruolė iš švietimo ir mokslo viceministrės dr. Svetlanos Kauzonienės pranešimo 2015-08-31

- Valstybinė STEM strategija koordinuojama šalies vadovo ar Vyriausybės lygmenyje
- STEM strategijos įgyvendinime tiesiogiai dalyvauja šakines ministerijos, mokslo ir technologijų agentūros, šalies strateginės institucijos (pvz., NASA), mokslo ir studijų institucijos, verslo ir darbdavių asociacijos, vietos ir regionų valdžia ir kt.
- Įgyvendinamos ugdymo programų reformos stiprinant mokymą ir mokymąsį gamtos mokslų, matematikos ir technologijų srityse
- Ypatingai stiprinamas gamtos mokslų mokymas [pradinėse klasėse](#)
- Skatinami klasteriai = mokykla+aukštojo mokslo ir profesinio mokymo mokyklos+verslas+mokslo centrai
- Steigiami gamtos mokslų centrai (pvz., Newton rooms Norvegijoje)
- Ruošiami STEM dalykų mokytojai, stiprinama pradinių ir vidurinių mokyklų mokytojų kompetencija
- Kryptingai dirbama su visuomene



## Problemos (būdingos ir Lietuvai)

- Daugelio šalių patirties analizė leidžia teigti, kad STEM ugdymo veiksmingumas ypač didelis, jį pradedant nuo ikimokyklinio amžiaus;
- STEM būtinas tinkamas mokytojų pasirengimas. Nekvalifikuotai mokant, STEM praranda poveikį. STEM kursai ir konferencijos mokytojams turi būti nuolat organizuojami.
- UK, JAV, Australija ir kitos šalys finansuoja specialiai tam orientuotus projektus. Sukurtos mokymo programos, mokymo informacijos prieiga, praktiniai vadovai, prieinami interneto šaltiniai, dalijamasi teigiama patirtimi, atliekami tyrimai.
- Mokytojų užimtumas per didelis, mokinių tvarkaraštis perkrautas;
- STEM sąvokos daugiaprasmiškumas, nevienareiškiška interpretacija.
- STEM diegimas yra daugiaplanis nuolat vykstantis procesas, kurio rezultatams pasiekti reikia laiko ir sistemingo taikymo; veiksmingumui didinti būtina analizuoti patirtį, atlikti tyrimus ir tobulinti eigą.

### 4. STEM education is a difficult task

Educators have an awareness of how important STEM is to students' futures, but STEM education is a difficult task for a variety of reasons including lack of funding, lack of confidence, limited opportunities for professional development, experienced educators not starting the program or intervention earlier, and educational approaches that alienate young people.

- a. STEM education is largely siloed despite several national initiatives and local/regional collaborations
- b. Training, technical assistance and coaching are essential for quality teaching and youth programming, but opportunities are limited
- c. New science and math standards get mixed reviews by educators
- d. Informal and formal STEM learning professionals need to connect to redefine their roles
- e. In-school and afterschool need to connect
- f. STEM education is grossly under-resourced

### 5. How STEM is taught needs to change

How we teach STEM has started to change in positive ways, for example, more inquiry-based learning, hands-on activities and authentic experiences. Research has revealed that a focus on STEM identity, student interest and engagement are essential keys for learning. However, teaching methods are often not based on research or, in some cases, are based on research that has been misinterpreted. The following are the ways to effect the change needed.

- a. Identify and share what is and is not working with educators to inform practice
- b. Address math that reflects the needs of the STEM pipeline
- c. Make STEM fun
- d. Identify key informal learning opportunities
- e. Engage families

## II. Ar lengva suprasti sąvoką „STEM“?

*Breiner ir kt. School science and mathematics, 2012, 112, 3-11*

- Nors valstybės lygmeniu skatinama diegti STEM, dažnai mokytojai, tėvai ir net švietimo sistemos darbuotojai nevienodai supranta kas tai yra;
  - Plačioji visuomenė neįvertina STEM edukacijos poreikio priežasčių. Tėvai dažnai nesupranta kas yra STEM ir kodėl jų vaikams reikia STEM edukacijos.
  - Net aukštųjų mokyklų, kurių veikla tiesiogiai siejasi su STEM edukacija, akademinės bendruomenės nariai neturi vieningo supratimo apie STEM.
  - 2012 m. buvo paskelbti tyrimo, atlikto Cincinačio universitete rezultatai. Apklauso anketa su klausimais: (1) “Kas yra STEM?” ir (2) “Kokią įtaką STEM turi jūsų gyvenimui?” universiteto dėstytojams.
- Šis universitetas – vienas iš STEM lyderių, įsteigęs 2 STEM mokyklas.
- 222 respondentų atsakymai pasiskirstę:
  - 161 (72,5%) žino kas yra STEM; 13% apibrėžė netiksliai;
  - 61 (27,5%) nežino;
  - 84 (36%) mano, kad STEM visai neturi ryšio su jų gyvenimu;
  - 113 (50%) nurodė tam tikras asmenines sąsajas su STEM;
  - 45 (21%) nurodė visuomeninės (socialinės) sąsajas.

# Kaip dažniausiai suprantamas STEM mokymas?

- Keletos gamtos mokslų dalykų integravimas tradicinėse pamokose;
- Technologijų, gamtos mokslų, informatikos, technologijų ir matematikos mokymo stiprinimas;
- Epizodiniai bandymai ar tyrimai pamokų metu;
- Studentų parengimas technologinių/inžinerinių dalykų studijoms universitetuose;
- Parengimas inžinerinėms profesijoms;
- Bendrojo lavinimo dalis, kuria siekiama gerinti STEM dalykų žinias visuomenėje...

Tokie aiškinimai siaurina STEM mokymo prasmę ir menkina jo svarbą

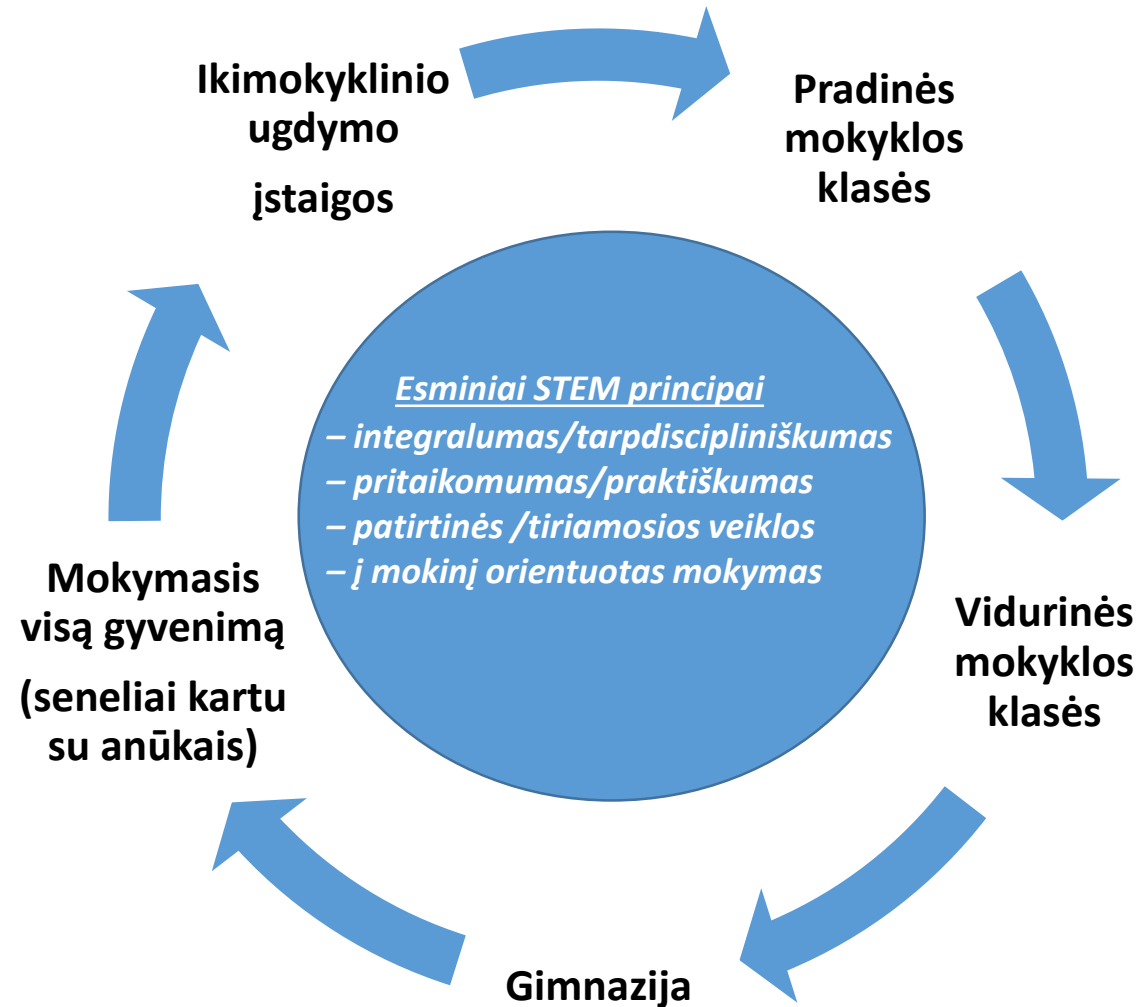
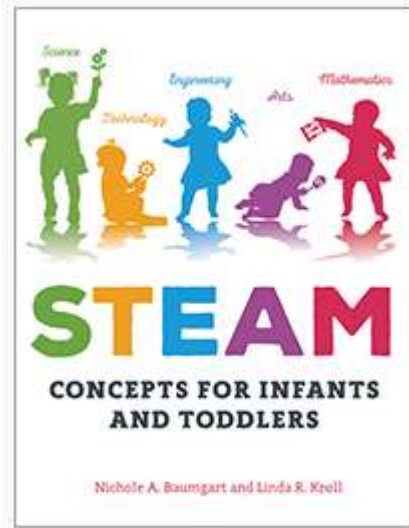
**STEM SĄVOKĄ REIKIA INTENSYVIAI AIŠKINTI VISUOMENEI**

# STEM akronimo variantai

J. Vaitiekaitis. *STEM ugdymas: nuo Sputniko iki mergaičių skaučių. Acta Paedagogica Vilnensia 2019, 43, 100–118*

- **S&E** (angl. - *Science and Engineering*) – gamtos mokslai ir inžinerija. Santrumpa vartojama JAV fiksuoti aukštųjų mokyklų ir žmogiškųjų išteklių darbo rinkoje pokyčius mokslo ir inžinerijos srityje.
- **STM** (angl. *Science, Technology, Mathematics*) – gamtos mokslai, technologijos, matematika. STM ugdymo samprata labai artima ar net identiška STEM, neakcentuoja inžinerijos mokslų. Naudojama Subsacharinės Afrikos regiono švietimo politikų.
- **eSTEM** (angl. *environmental STEM*) – aplinkosauginis STEM, įprastiniuose STEM dalykuose akcentuojantis aplinkosaugos klausimus ir socialines problemas.
- **STEMIE** (angl. *STEM + Invention + Entrepreneurship*); (STEM + Išradimai + Verslumas) daugiau nei 600 bendrojo lavinimo jaunųjų išradėjų bei verslumo programų koalicija JAV, siekianti papildomai ugdyti išradingumą ir verslumą.
- **STES** (kartais STS[E]) (angl. *Science-Technology-Environment-Society*) – mokslas, technologijos, aplinka, visuomenė. STS) judėjimas, jungiamas su aplinkosauginiu švietimu (EE) gamtamokslių ugdyme. Tikslas – ugdyti mokinio gamtamokslinį ir conceptualų supratimą, kritinį mąstymą ir problemų sprendimo gebėjimus susidūriant su realiomis pasaulio problemomis.
- **STSEEP** (angl. *Science, Technology, Environment, Society, Economy and Policy*). Darniam vystymuisi skirtas STEM, jungiantis STES ir STEM. Skatina aukštesnio lygio kognityvių įgūdžių ugdymą duodant klausimų, gerinant sisteminį, kritinį mąstymą, problemų sprendimą, sprendimų priėmimą bei moralinį mąstymą, kūrybingą mąstymą ir jų visų jungimą darnaus vystymosi ugdymui.
- **iSTEM** (angl. *Imagination, Science, Technology, Engineering, Mathematics*). Vaizduotė + STEM. Suteikia naujų mąstymo krypčių tyrimais grįstam STEM ugdymui. Grindžiamas į mokinį orientuotu, nepriklausomu mokymosi modeliu, integruojančiu vaizduote grįstą edukaciją ir STEM ugdymą.
- **I-STEM** (kartais iSTEM ar I-STEM ED) (angl. *Integrative STEM education*). Integruotas STEM ugdymas. Technologijomis ir inžinerija grįstas mokymas(sis), integruojantį turinį ir procesus iš gamtos mokslų ir (arba) matematikos ugdymo su technologijų bei inžinerijos.
- **iSTEM** (angl. *invigorating Science, Technology, Engineering, and Mathematics*); entuziastingas STEM. Australų STEM gabųjų mokinių ugdymo programa, papildanti tradicinį mokyklinį turinį ekskursijomis į muziejus, universitetus, kosmoso akademijas, atominės elektrinės ir pan., organizuoja olimpiadas, konkursus bei dirbtuves, susijusias su STEM mokslų sritimis.
- **STEMS** (angl. *Science, Technology, Engineering, Mathematics, Social Sciences and Sense of Place*). STEM + socialiniai mokslai ir vietos pajautimas. Šia prieiga siekiama esamą STEM ugdymo modelį praturtinti supažindinant mokinius su autentiškais gyvenimo iššūkiais bei problemų kontekstu, atskleidžiant jį per socialinius mokslus.
- **METALS** (angl. *STEAM + Logic*). STEAM + Logika. Siekia STEAM ugdymą praturtinti logikos mokymu, daugiausia kuriant loginius žaidimus.
- **STREM** (angl. *Science, Technology, Robotics, Engineering, and Mathematics*); papildomai pridedama viena mokslo kryptis – robotika.
- **STREAM** (angl. *Science, Technology, Religion, Arts, Math*). STEAM + Religija. Amerikos nacionalinė katalikų švietimo asociacijos programa, siekianti praturtinti STEAM konstrukta „amžinomis tikėjimo tiesomis“.
- **STREAMS** (angl. *Science, Technology, Robotics, Engineering, Arts and Mathematics with SCUBA*). Gamtamoksliai, technologijos, robotika, inžinerija, menai, matematika, nardymas). JAV popamokinio ugdymo programa merginoms, į ugdymą įtraukianti ir mokslinį nardymą bei nuotoliniu būdu valdomų robotų ekosistemoms tirti konstravimą.
- **STEAM** (angl. *Science, Technology, Engineering and Applied Mathematics*). Gamtamoksliai, technologijos, inžinerija ir taikomoji matematika. Virdžinijos (JAV) universiteto programa su pakraipa į taikomąją matematiką.
- **GEMS** (angl. *Girls in Engineering, Math, and Science*). Merginos inžinerijoje, matematikoje ir gamtamoksliuose. Į pagrindinio ugdymo lygmenį orientuota savaitės trukmės vasaros mokykla, merginoms suteikianti taikomojo mokslo, technologijų bei inžinerijos žinių.
- **STEMM** (angl. *Science, Technology, Engineering, Mathematics, and Medicine*). STEM + medicinos mokslai. Australijos ir JAV universitetų programa, papildanti įprastą konstrukta STEM sveikatos mokslais, kituose kontekstuose aptinkamas kaip (STE-M) (angl. *Science, Technology, Engineering, Medical*)

# STEM mokymas yra aktyviu mokymusi ir inovatyviais patirtiniais metodais pagrįsta nuosekli mokymo SISTEMA, taikytina visais amžiaus tarpsniais:

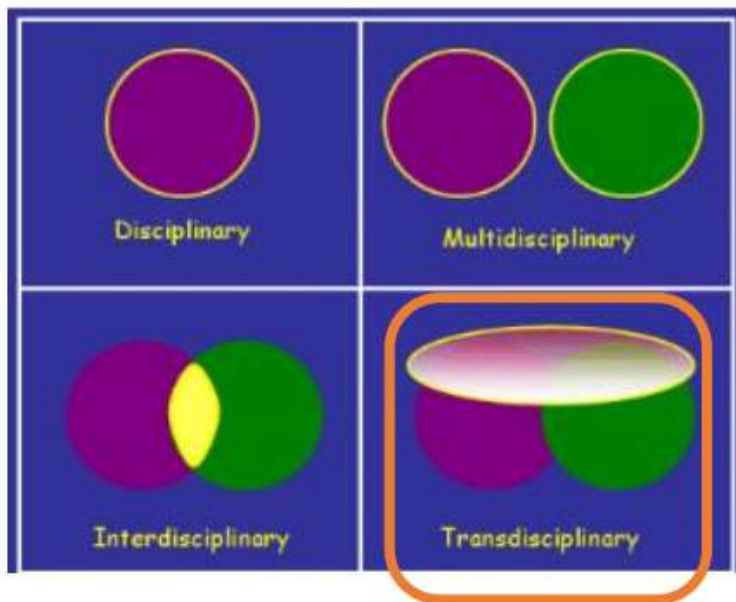


# Apibrėžti STEM ugdymo principai

(skaidruolei panaudota J. Nemanienės (ŠMM) informacinio pranešimo medžiaga).

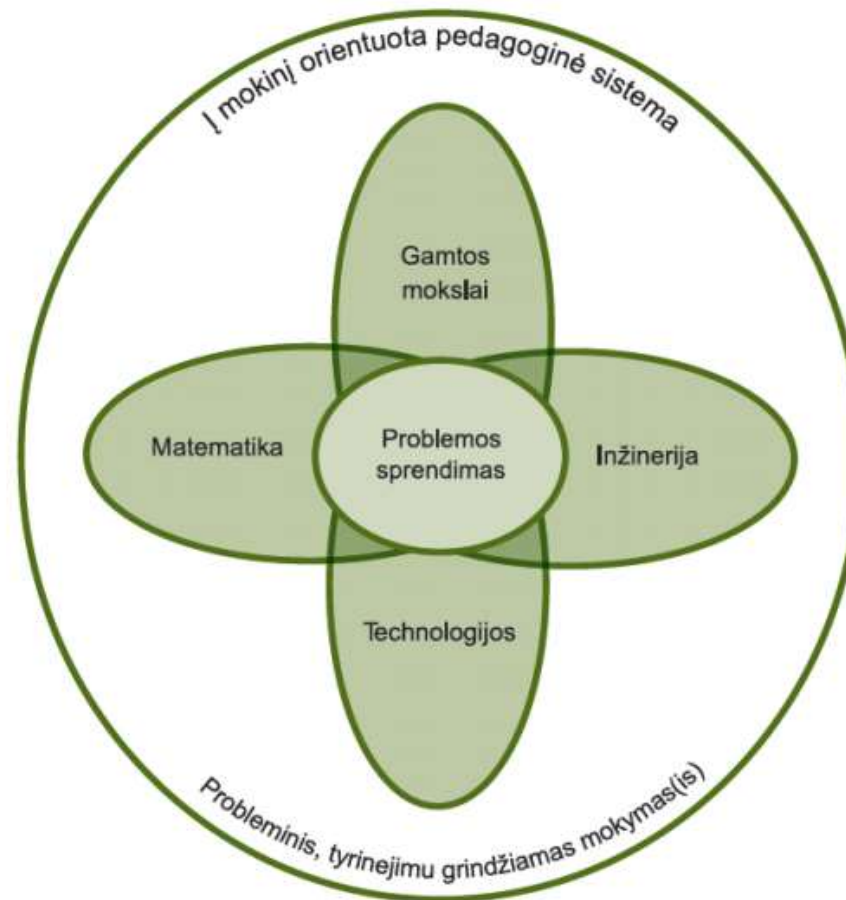
## Probleminis, tyrinėjimu grindžiamas mokymasis

- **Problemos atpažinimas**, gamtamokslinis aiškinimas;
- **Problemos sprendimo paieška** – mokslinis tyrimas (stebėjimas, eksperimentas) ir rezultatų įvertinimas;
- **Pokyčių įgyvendinimas** – projektas.



### Integralumas:

- turinio
- metodų
- priemonių



Šaltinis: Švietimo analizės trumpaštis 2014 Nr.13 (118), adaptuota pagal Hovard-Brown Martinez 2012

## The New York Academy of Sciences. (2016). Stem education framework.

[https://www.nyas.org/media/13051/gsa\\_stem\\_education\\_framework\\_dec2016.pdf](https://www.nyas.org/media/13051/gsa_stem_education_framework_dec2016.pdf)

### Skiriamieji STEM požymiai:

- tyrimu grįsta pedagogika;
- STEM turinio integracija;
- pritaikymas tikram gyvenimui (kontekstualizacija);
- projektinis arba probleminis mokymas;
- paremiantis / stiprinantis mokymas (angl. *scaffolding*);
- formuojamasis ir apibendrinamasis vertinimas;
- kultūrinis jautrumas ir aktualumas;
- technologinis integravimas.

**Integracija** - ne tik tarpdalykinė integracija (skirtingų žinojimų įvairiame kontekste įveiklinimas) bet ir atitiktis „vietiniams bei nacionaliniams ekonominiams ir darbo jėgos poreikiams“

# STEAM TURINIO INTEGRACIJA

→ **STEM** ir **STEAM**<sup>1</sup> konceptai: kintanti mokslinio švietimo paradigma

4 paveikslas. Nuo STEM link STEAM

**STEM** – gamtos mokslai, technologijos, inžinerija, matematika.

- STEM dalykų mokymas ir mokymasis, kuris apima (ne)formalias ugdomąsias veiklas visuose ugdymo centruose.”

**STEAM** – gamtos mokslai, technologijos, inžinerija, *visa kita* ir matematika.

- „Švietimo ir inovacijų požiūris, kuris apjungia STEM su menais/dizainu/visomis kitomis disciplinomis.”
- Žinios iš kitų disciplinų suteikia įžvalgų eksperimentams, inovacijoms mūsų gerovės gerinimui.

E. Vaivadienė. Nuo STEM link STEAM. Nacionalinė švietimo agentūra, ugdymo turinio skyrius, 2020.



# Why STEM Should Become STEAM

*It is by intuition that we discover and by logic we prove.*

—Jules Henri Poincaré, French mathematician (1854–1912)



<https://blogs.biomedcentral.com/bmcblog/2019/05/23/the-greatest-scientists-are-artists-too/>

# Kodėl STEM+menas?

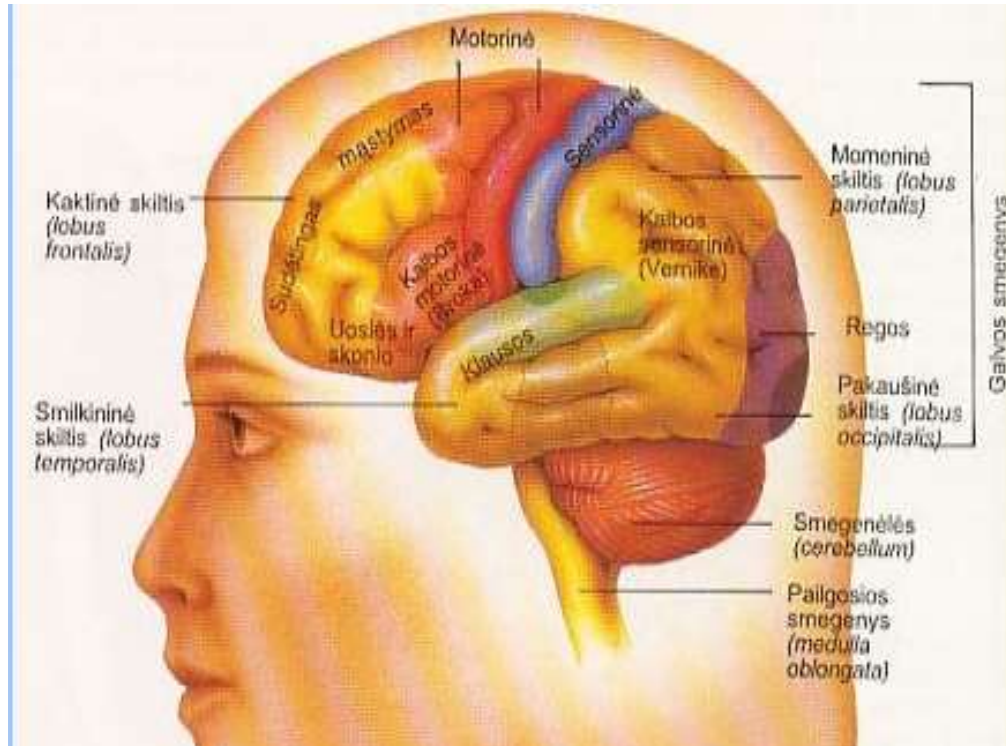
Įprasta teigti, kad mokslo ir meno veiklos turi daug skirtumų:

Mokslas	Menas
Objektyvus	Subjektyvus
Pagrįstas loginiu mąstymu	Pagrįstas intuicija
Analizinis	Jausminis
Reprodukuojamas	Unikalus
Naudingas praktikai	Neturi praktinės naudos

**TAČIAU:**

*The main objective of both art and science is discovery.*

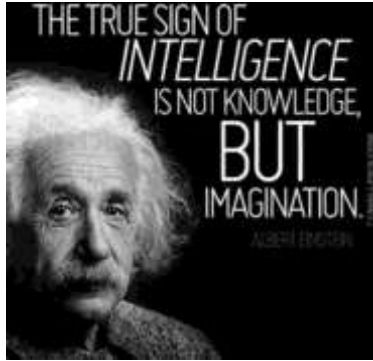
Neurobiologijos požiūriu, meninės veikloms svarbios ir jų vystomos tos pačios smegenų sritys, kurios svarbios ir mokslinei veiklai.



- Tam tikros smegenų smilkininės srities dalys (klausos centras) reaguoja į muziką,
- Momeninės srities dalys koordinuoja visus išmokstamus judesius (pvz., šokis);
- Momeninės srities dalies kalbos centras kontroliuoja šnekamosios kalbos suvokimą, susieja ją su sensoriniais pojūčiais, emocijomis (drama);
- Pakaušinės skilties regos centras apdoroja regimąją informaciją ir kuria fantazijas (vaizduojamieji menai);
- Kaktinės dalies sudėtingo mąstymo centras apibendrina visą informaciją ir yra atsakingas už sprendimų formulavimą

**Smegenų veikla būtina kūrybinei tyrimų ir meninei veikloms. Neurobiologijos požiūriu, kūrybiškumo gali būti išmokstama.** Žmogaus meninė ir tyrimo veiklos nekonkuruoja, bet papildo ir stiprina viena kitą. Menai kuria subjektyvų pasaulio vaizdą, mokslas – objektyvų. Abu vaizdai reikalingi kūrybiniam procesui.

# Mokslininkai ir menininkai naudoja tuos pačius mąstymo įrankius



Mokslo ir meno veikloms būdingas tų pačių kūrybiško mąstymo įrankių taikymas:

Nepaisant skirtumų, mokslui ir technologijoms būtini igūdžiai, kuriuos formuoja ir meninė veikla:

- Pasitelkiamas smalsumas;
- Gebėjimas stebėti ir suvokti skirtingas objektų formas;
- Gebėjimas tiksliai apibūdinti stebėjimus ir konstruoti prasmę;
- Veiksmingas bendradarbiavimas;
- Erdvinis mąstymas
- Kinestetinis suvokimas

Svarbiausia, kad šių „mąstymo priemonių“ galima mokyti ir išmokyti.

Stebėjimas visais jutimais;

**Vaizduotė** padeda geriau suvokti mintis;

Abstrahavimas, gebėjimas išskirti esminius daiktų ir procesų elementus, juos modeliuoti,

Skirtingų daiktų funkcinius panašumų analizė (pattern recognition),

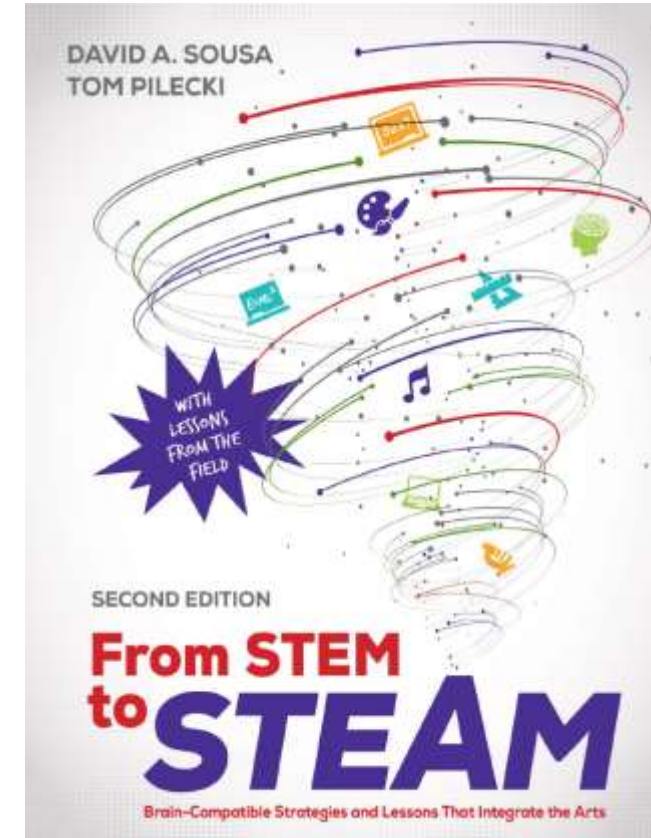
Įsijautimas į tyrimo objektus,

Kūno mąstymas raumenų jausmais ir emocijomis,

Fizinis ir psichinis žaidimas su galimybėmis, procesų modeliavimas.

Vaizdinių, fizinių, empatinių idėjų transformacija į žodžius, skaičius, vaizdus, garsus ar judėjimą; subjektyvių stebėjimų, vaizdų, modelių vertimas produktais, kuriuos galima atkurti ir aprašyti objektyviai.

**INTUICIJA**



## Mokslas ir menas yra viena kitą papildančios, bet ne konkuruojančios veiklos.

Science + Art = Magic

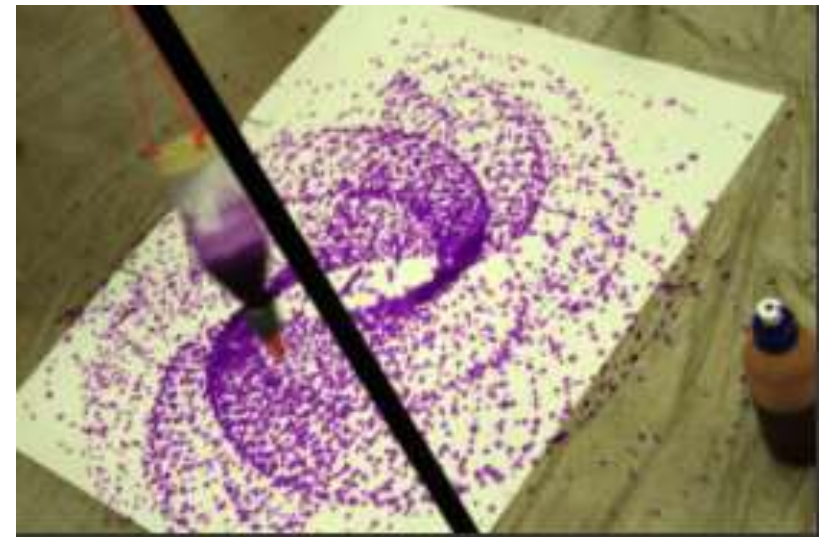
- Menas atkuria subjektyvų, mokslas - objektyvų pasaulio vaizdą;
- Smegenys naudoja abu vaizdus tinkamiems sprendimams kurti;
- Integruojant menus į STEM mokymą, skatinamas mokytojų ir mokinių kūrybiškumas, didinamas pamokų patrauklumas, mokymo įvairiapusiškumas, stimuliuojamos platesnės diskusijos, kurios didina pasiekimus.



<https://artsintegration.com/2018/10/01/science-art-integration/>



<https://www.scholastic.com/teachers/blog-posts/meghan-everette/art-integration-easy-ideas-combining-science-and-art/>



# Kodėl ir kaip integruoti meną?

## ART IN THE SCIENCE CLASSROOM-

### WHY?



Students learn in a variety of ways.

- Visual Learning - Seeing
- Audio Learning - Hearing
- Psychomotor – Doing

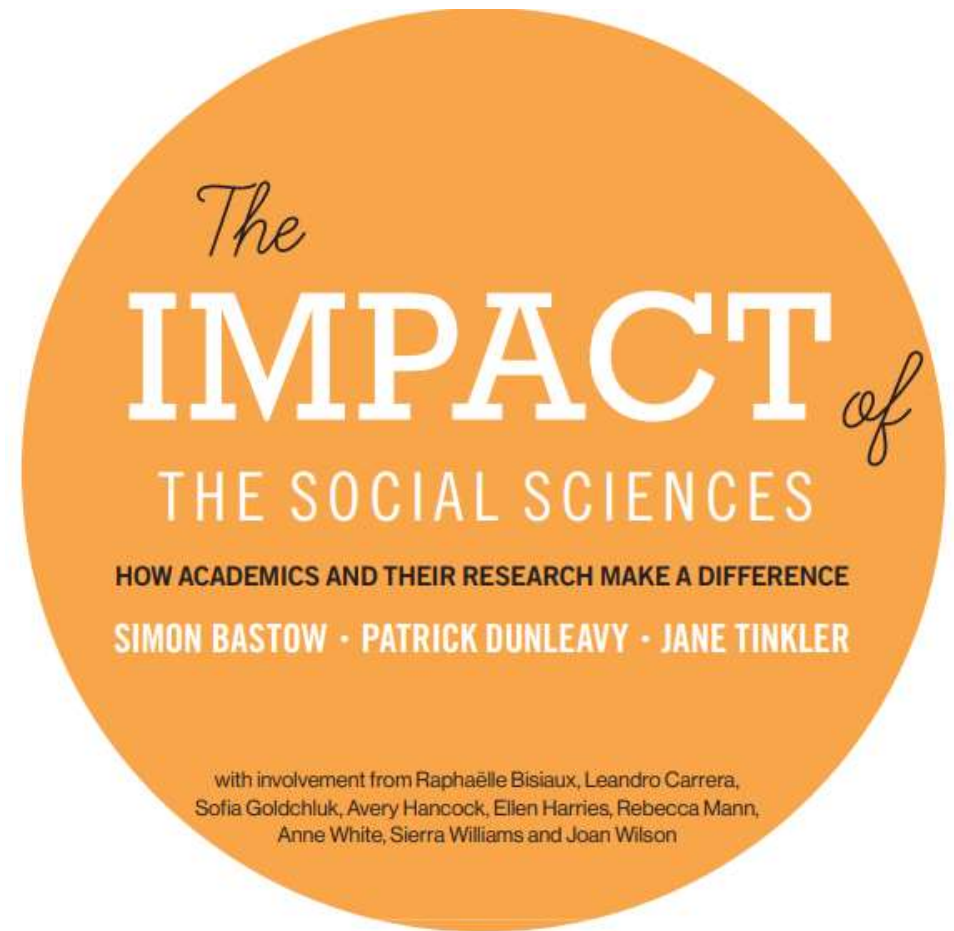
Learning Styles are diverse-  
the creative process is  
important to many students.

- Meno elementų nebūtina taikyti kiekvienai temai;
- Integravimui parenkamos temos ir projektai, kurių vertę meno priemonės gali didinti;
- Svarbi taikomų meninių formų įvairovė;
- Meno elementų integravimo tikslas turėtų būti aiškiai pagrįstas

# KITAS STEAM PRASMĖS AIŠKINIMAS

## • A - ALL OTHER SCIENCES

- Tradiciškai socialiniai ir humanitariniai (S/M) mokslai dažnai yra dirbtinai priešpastatomi STEM mokslams;
- Tačiau ir šie mokslai naudoja mokslinių tyrimų principus, nors tiria kitus aplinkos aspektus;
- Pvz., šiuolaikiniai socialiniai mokslai dabar stipriai suartėja su STEM disciplinomis, tiriant „sistemas, kuriose dominuoja žmonės“ ir „sistemas, kurias veikia žmogus“. Taikomos IT, matematiniai metodai, kitų STEM disciplinų žinios (pvz. psichologija/biomedicina/neurobiologija).
- Kita vertus, STEM projektinių veiklų veiksmingumą didina jų nukreipimas į bendruomenes ir bendruomenių pritraukiams, jų temos gali būti aktualios socialiniu požiūriu, tyrimų turinys ir formos praplečiamos taikant humanitarinių mokslų žinias.

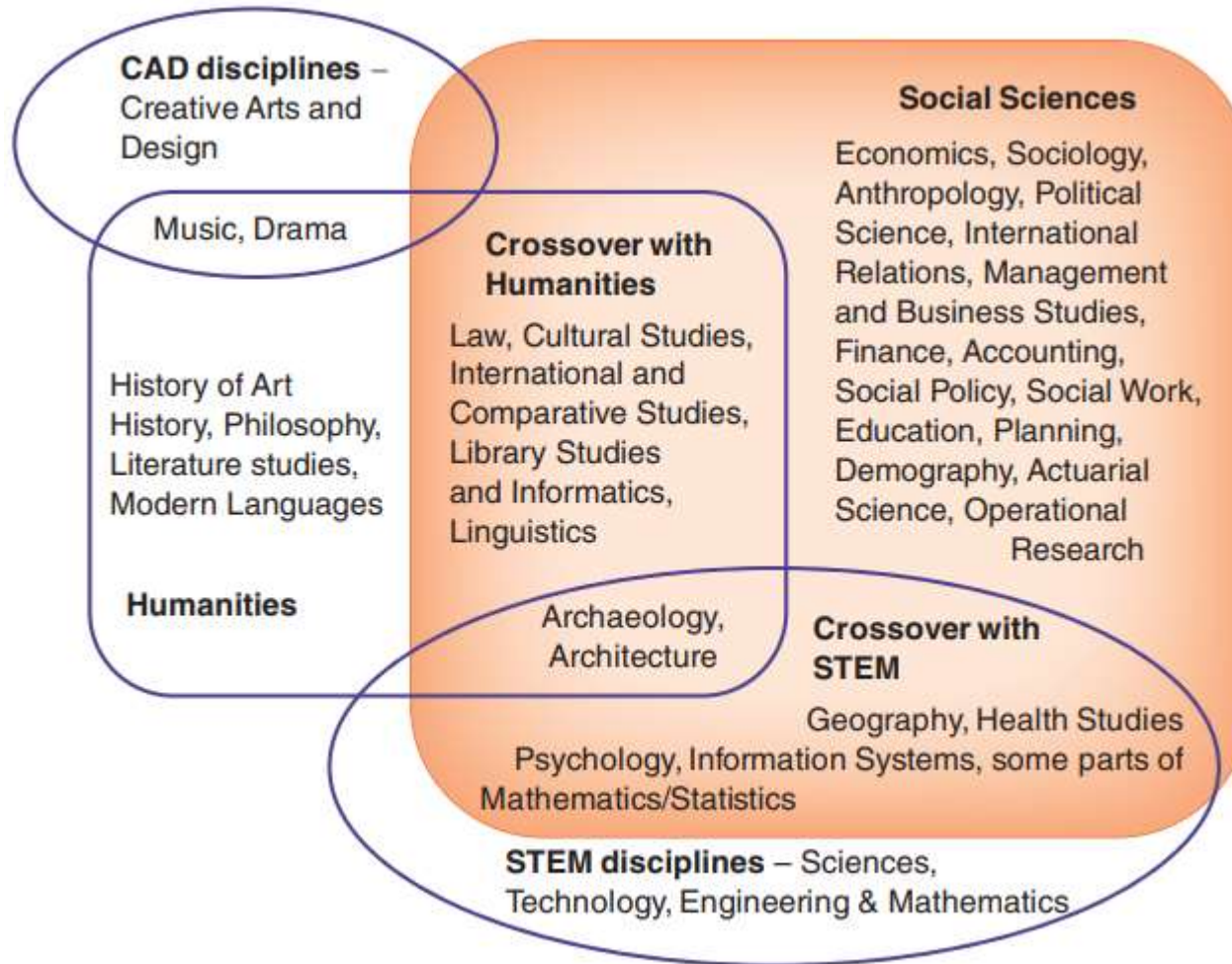


 SAGE

Los Angeles | London | New Delhi  
Singapore | Washington DC

Vienas iš socialinių, humanitarinių ir STEM mokslų tarpdisciplininės integracijos įrodymų yra tai, kad S/H krypčių moksliniai darbai dažnai cituojami STEM tematikos straipsniuose

**The social sciences and how they relate to other disciplines**



## Metaduomenų tyrimas

S. Uddin, ·T. Imam, ·M. Mozumdar. Research interdisciplinarity: STEM versus non-STEM. *Scientometrics* 2021, 126, 603–618. <https://doi.org/10.1007/s11192-020-03750-9>

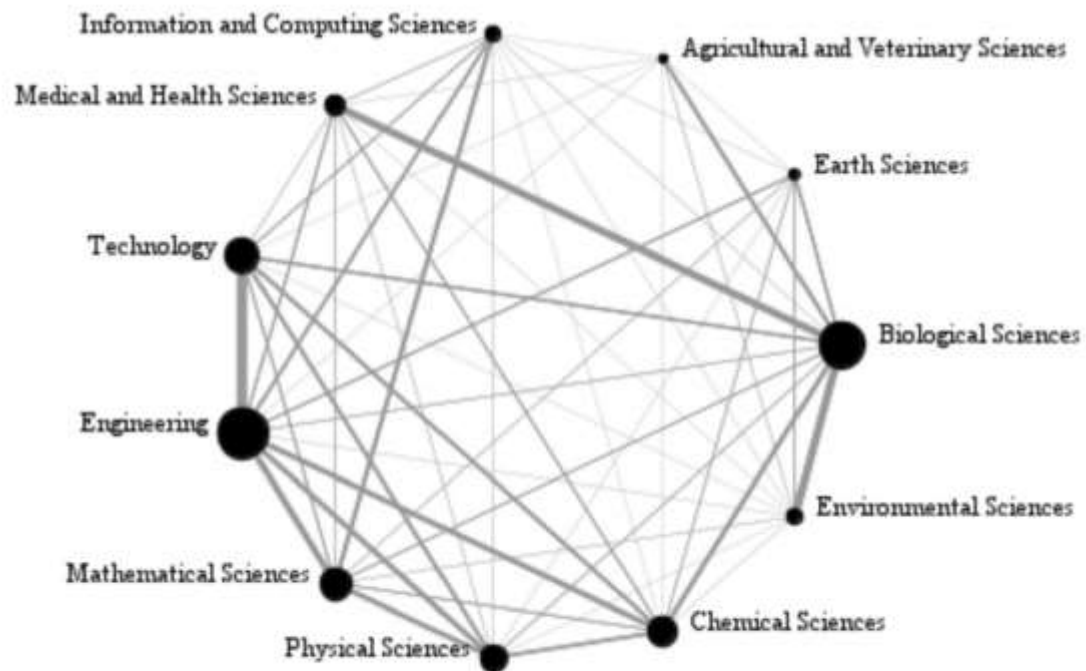
**Table 1** List of STEM and non-STEM disciplines (Australian Research Council 2016). STEM stands for science, technology, engineering and mathematics

SI	STEM	Non-STEM
1	Agricultural and veterinary sciences	Built environment and design
2	Biological sciences	Commerce, management, tourism and services
3	Chemical sciences	Economics
4	Earth sciences	Education
5	Engineering	History and archaeology
6	Environmental sciences	Language, communication and culture
7	Information and computing sciences	Law and legal studies
8	Mathematical sciences	Philosophy and religious studies
9	Medical and health sciences	Psychology and cognitive sciences
10	Physical sciences	Studies in creative arts and writing
11	Technology	Studies in human society

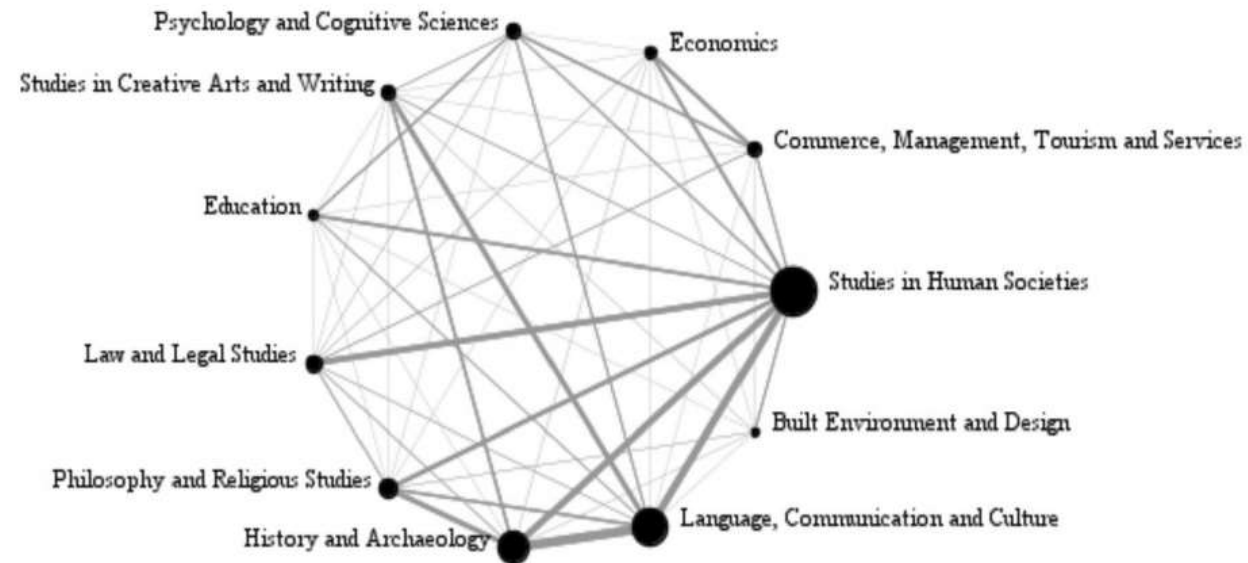
Atliekamų tyrimų tarpdiscipliniškumas buvo tiriamas analizuojant metaduomenis apie grantų informaciją, bandraautorystę (Adams et al. 2016; Stirling 2007), bendrų publikacijų cituojamumą (Porter et al. 2006).

**Šie autoriai analizavo bendrai finansuotų 2009-2018 m. Australijos mokslų tarybos projektų (~18 tūkst. Discovery projects) duomenis, išskirdami būtent STEM ir neSTEM tyrėjų sąveikos aspektą.**

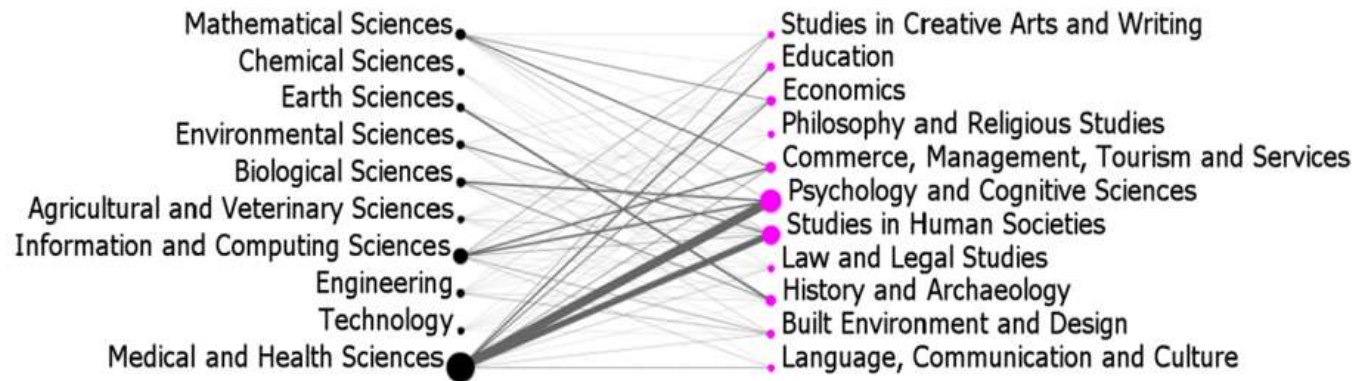




**Fig. 4** The participation strength network among STEM disciplines. The node size is set in proportion to its number of direction connections and their weights with other disciplines within the network. The thickness of an edge is proportional to its weight value



**Fig. 5** The participation strength network among non-STEM disciplines. The node size is set in proportion to its number of direction connections and their weights with other disciplines within the network. The thickness of an edge is proportional to its weight value

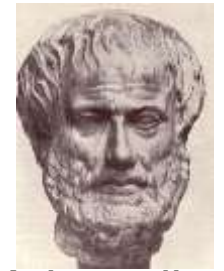


**Fig. 6** The participation strength network between STEM and non-STEM disciplines. The node size is set in proportion to its number of direction connections and their weights with other disciplines within the network. The thickness of an edge is proportional to its weight value



Galileo Galilėjus  
1564-1642 m.

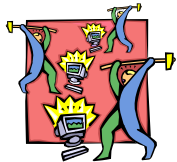
# Du skirtingi pasaulio pažinimo būdai:



Aristotelis  
384-322 m. p.m.e.

## Analizinis taiko redukcionizmo strategiją

- Sistema dalijama į dalis ir nuodugniai tiriamos jų savybės;
- Jei (?) žinios apie dalių savybes gautos, lieka rekonstruoti sistemą ir suvokti kaip ji veikia – “sintetinis” etapas



**Tai, ką vadiname pasauliu ir ką siekiame pažinti yra  
VIENINGA VISUMA**

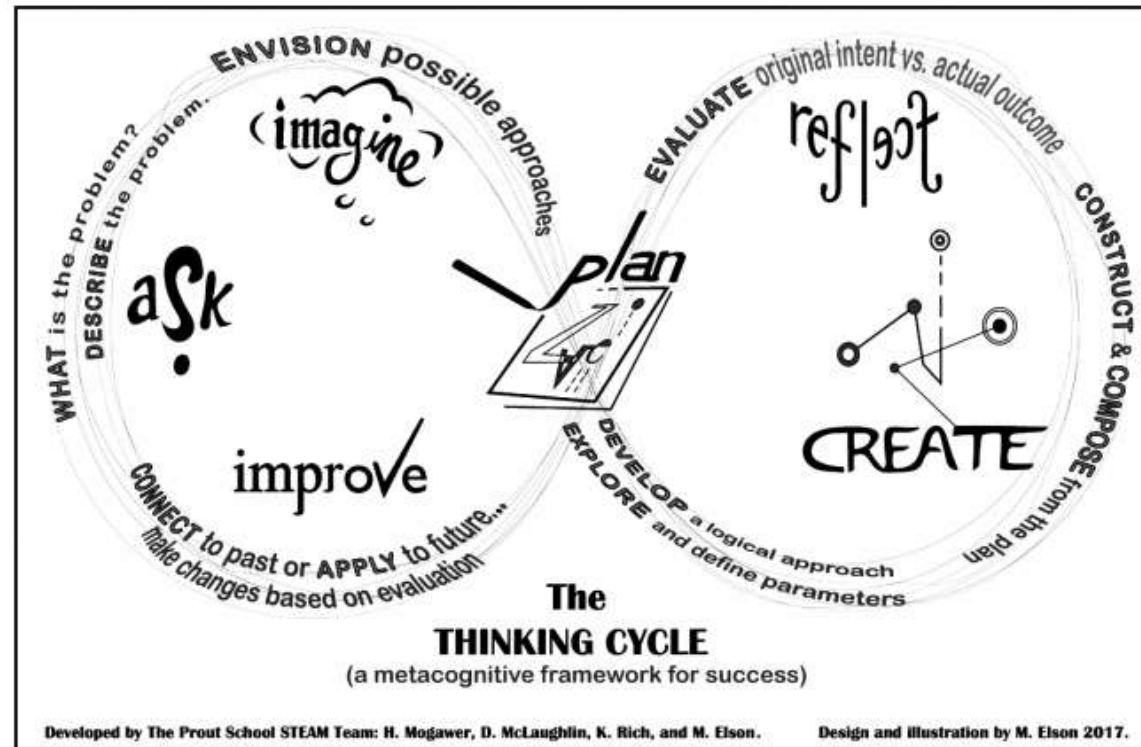
## Sisteminis: taiko holizmo strategiją

- Informacija gaunama tiriant sistemą kaip visumą, o ne atskiras jos dalis;
- Vertinamos kintamos sąveikos tarp sistemos dalių;
- Sistema yra daugiau nei jos dalių suma; sistemai būdingos savybės (*emergent properties*) kurių neturi jos dalys

**STEM nėra ypatinga inovacija – sisteminis požiūris ir integruotas ugdymas turi galias tradicijas**

## Du būdai integruoti skirtingas STEAM disciplinas:

- 1. Į vienos iš disciplinų temą įjungti kitų disciplinų elementus;
- 2. Kurti projektus, kurių veiklos apjungtų kelių disciplinų elementus.



**Ikimokyklinio ugdymo STEM metodologijos savitumas:**  
veiksmingumui didinti siūloma įtraukti ir menus, ir rašymą/skaitymą: STRREAM



**STEM** - Gamtos mokslai, technologijos, inžinerija ir matematika (Science, Technology, Engineering and Math). Tai pasaulyje pripažintos esminės 21 amžiaus mokymosi sritys (English, 2016)

**STEAM** - Gamtos mokslai, technologijos, inžinerija, menai ir matematika (Science, Technology, Engineering, Arts and Math). Menais grindžiamo, kūrybiškumą plėtojančio mokymosi atstovai pasiūlė į esmines 21 amžiaus mokymosi sritis integruoti menus (Robelen, 2011).

**STRREAM** - Gamtos mokslai, technologijos, inžinerija, menai, skaitymas/rašymas, santykiai ir matematika (Science, Technology, Engineering, Arts, Reading/writing, Relationships and Math). D. Kashin pasiūlė į ikimokyklinį ugdymą dar integruoti skaitymą ir rašymą bei santykius, t.y. komunikavimą. Idėją palaiko ir Australijos pedagogai (Kashin, 2017; Knaus, Roberts, 2017).

**Tai susiję su ORACY SKILLS: gebėjimu sklandžiai formuluoti mintis**

# III. STEM mokytojų rengimo svarba

- **STEM mokytojas – mokslinio raštingumo mokytojas, kuris derina stiprias „dalykų“ kompetencijas su STEM mokymo metodu.**
- Mokslinis raštingumas mokyklose turi būti vystomas užtikrinant, kad kiekviena mokykla (įskaitant ir pradines) turėtų bent vieną mokytoją STEM specialistą;
- Svarbu paaiškinti mokslinio metodo esmę, skatinti studijuoti mokslo filosofiją ir mokslo istoriją;
- Mokykloms būtina padėti įgyvendinti STEM mokymą praktiškai, padėti mokytojams skatinti smalsumą ir užtikrinti mokymo turinio sąryšį su realiu gyvenimu
- **STEM ekspertų rengimas turi būti kokybiškas, kitaip rezultatai nepasiekiami.** Nekvalifikuotai mokant, STEM praranda poveikį. STEM kursai ir konferencijos mokytojams turi būti nuolat organizuojami. **JAV patirtis: investicijos į STEM edukaciją neduoda rezultatų, kol nėra kokybiško STEM mokytojų rengimo**
- UK, JAV, Australija ir kitos šalys finansuoja specialiai tam orientuotus projektus. Sukurtos mokymo programos, mokymo informacijos prieiga, praktiniai vadovai, prieinami interneto šaltiniai, dalijamasi teigiama patirtimi, atliekami tyrimai.
- STEM pamokos sėkmingai derinamos su dalykinio mokymo pamokomis ir jų santykinė dalis gali būti kintama. Ji didesnė mokyklose prioritetai skiriančiose STEM mokymui.

# Tradicinės mokymo metodologijos problemos



- Knowledge is poured from one receptacle into an empty one.
- The teacher is the knower passing over knowledge to the students.
- What is explained or demonstrated by the teacher leads to students' learning.

## TRADICINIS MOKYMO BŪDAS

Daug laiko skiriama teoriniam dalykų aiškinimui (žinių perdavimui), dažnai naudojant lentą. Kartais mokytojas arba mokiniai užduoda klausimus

Aiškinimą seka užduotys, siekiant įvertinti, ar suprasta

Mokytojas kontroliuoja mokymosi procesą

Mokiniai klauso, apibendrina, konspektuoja

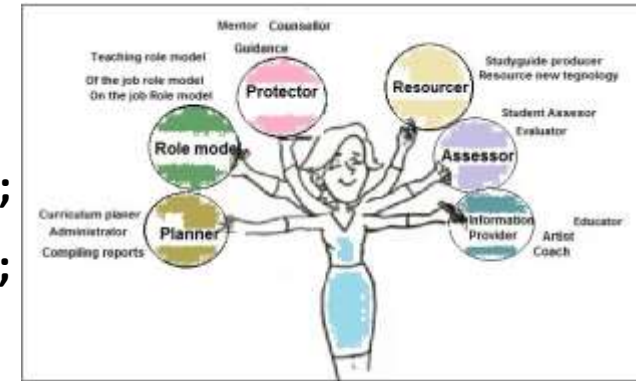


Didaktinis mokymas apibrėžiamas kaip instrukcijomis pagrįstas mokymas

Mokymuisi būtinas mokinio dėmesys ir domėjimasis

## Esminis STEM mokymo ypatumas - kitoks mokytojo ir mokinio santykis: „learner centered education“

- Mokinio aktyvumo ir įsitraukimo skatinimas nereikia kad mokytojo vaidmuo yra pasyvus;
- Mokytojo bendravimui su mokiniais reikalingi kitokie įgūdžiai, nei tradicinėms pamokoms;
- Mokytojas turi išmanyti STEM dalykus, *mokslinio tyrimo principą* ir mokslines sąvokas;
- STEM mokytojas taiko ne instrukcinio mokymo didaktikos principus,
- STEM mokymui artimesni Sokrato dialoginio mokymo principai, derinami su patirtiniu mokymu ir kitomis inovacijomis.
- STEM mokytojo vaidmuo sudėtingas: jis suteikia iniciatyvą mokiniams, juos sudomina tema, nukreipia kvalifikuotai užduodamais (produktyviais) klausimais, konsultuoja, padeda, stebi eigą, geba lanksčiai valdyti veiksmą, išlaikant pamokos tikslą. Lankstus situacijų „katalizavimas“, tikėtinos improvizacijos ir kūrybiniai sprendimai. Mokytojas tampa veiksmo ir diskusijų moderatorium, treneriu, konsultantu, aktorium...
- Mokytojas analizuoja pamokos eigą, tobulina jos planą.
- Toks mokymas yra kasdieninio kūrybiškumo iššūkis mokytojui, bet toks darbas yra labai įdomus, ir jo rezultatai – įkvepiantys.
- Sėkmingam STEM diegimui būtinas ne tik STEM mokytojų rengimas, bet iš švietimo sistemos pokyčiai, išsilaisvinantys mokytojus nuo dešimtmečiais galiojusių tradicinio požiūrio stereotipų ir atitinkamos vertinimo sistemos.



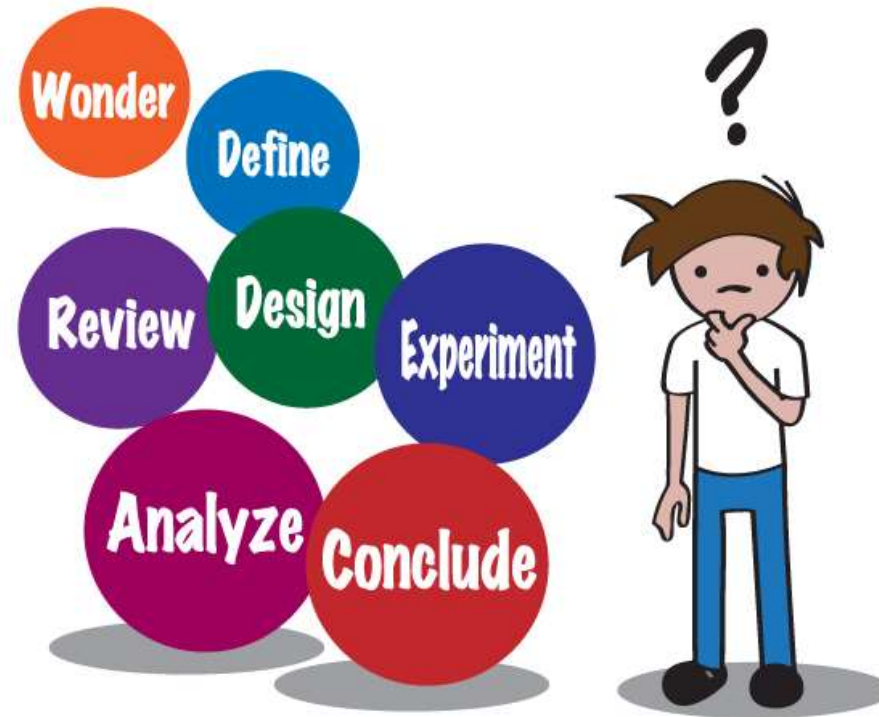
# STEM ir mokytojas:

- Mokytojams Mokslas ir Matematika yra dažniausiai yra aiškesnės STEM dalys, nei Technologijos ir Inžinerija
- Technologija apibrėžiama kaip “įrankių ir metodų taikymas”, **nors daugelis suvokia tik kaip kompiuterinės technologijas**. Be kompiuterinių technologijų, į šia sąvoką įeina bio- ir medicininės technologijos, konstravimas, **inžinerija**, pramoninės technologijos, elektronika, energijos ir elektros technologijos, informacinės, transporto technologijos ir t.t.
- Tarptautinė technologijos ir inžinerijos edukacijos asociacija (ITEEA) technologiją apibrėžia kaip „būdus, kuriais žmonės keičia pasaulį, tenkindami savo poreikius ir sprenddami praktines problemas“:
  - Technologinių sistemų projektavimas, kūrimas ir panaudojimas,
  - Atvirų problemų sprendimu pagrįstos projektinės veiklos,

Technologijos mokymas yra pažintine praktine veikla pagrįstos veiksmingo mokymosi strategijos, technologinių žinių ir procesų taikymas realaus gyvenimo patirtims, naudojant šiuolaikinius šaltinius, individualus ir komandinis problemų sprendimas



**STEAM mokymas – mokymas(is) tiriant.  
Viena iš kertinių STEM mokytojų kompetencijų - mokslinis metodas ir  
jo taikymas**



Vaikai geriau mokosi, kai jiems sudaromos sąlygos patiems „atrasti tiesas“. Mokymosi aplinka, kuri leidžia vaikams analizuoti asmeninę patirtį ir aktyviai kurti žinių bagažą yra nepalyginamai veiksmingesnė už nei žodinės informacijos perteikimas.

**Tirdami vaikai mokosi ne pasyviai, bet aktyviai.**

**Vienas iš svarbių ilgalaikių STEM mokymo tikslų – formuoti mokslinį raštingumą:** svarbiausių mokslinių sąvokų ir principų žinojimas ir supratimas, įgalinantis daryti pagrįstas išvadas, priimti sprendimus, aktyviai dalyvauti svarstant su mokslu ir technologijomis susijusias problemas

**Mokliškai raštingam piliečiui priskiriami gebėjimai:**

- Paaikinti reiškinis mokliškai – atpažinti, siūlyti ir kritiškai vertinti gamtos ir technologinių reiškinų aiškinimus, skirti pagrįstus mokslo žiniomis teiginius nuo pseudomokslinės dezinformacijos;
- Vertinti ir planuoti mokslinius tyrimus – siūlyti būdus mokslinėms problemoms spręsti, apibūdinti ir vertinti mokslinius tyrimus.
- Mokliškai interpretuoti duomenis ir įrodymus - analizuoti ir vertinti duomenis, teiginius ir argumentus, daryti tinkamas mokslines išvadas;
- Pozityvus požiūris į mokslą ir mokymąsi, gebėjimas analizuoti ir tirti aplinkybes.

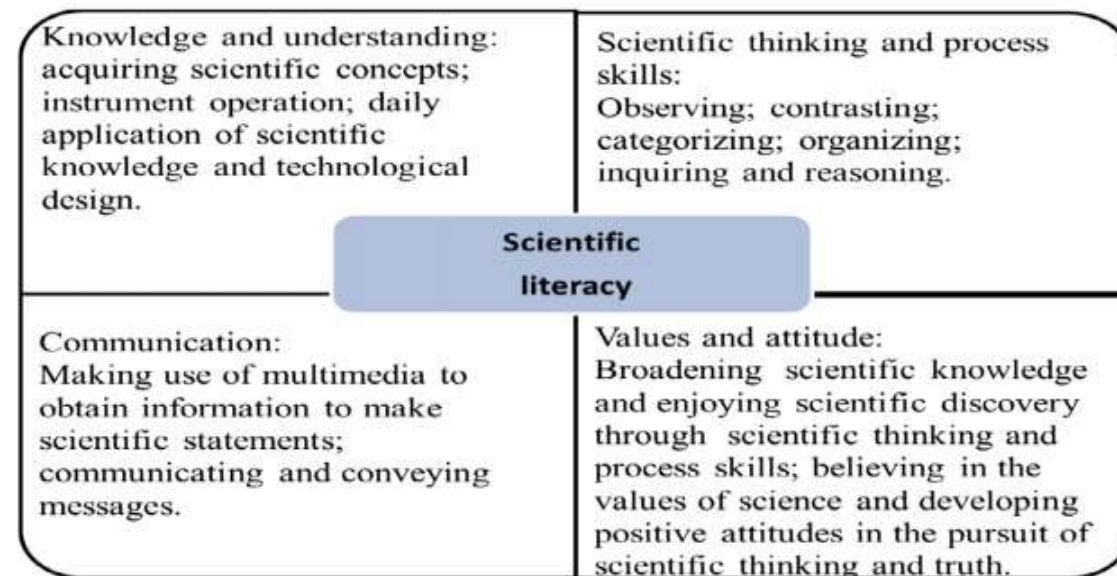


Figure 2. Scientific literacy indicators.

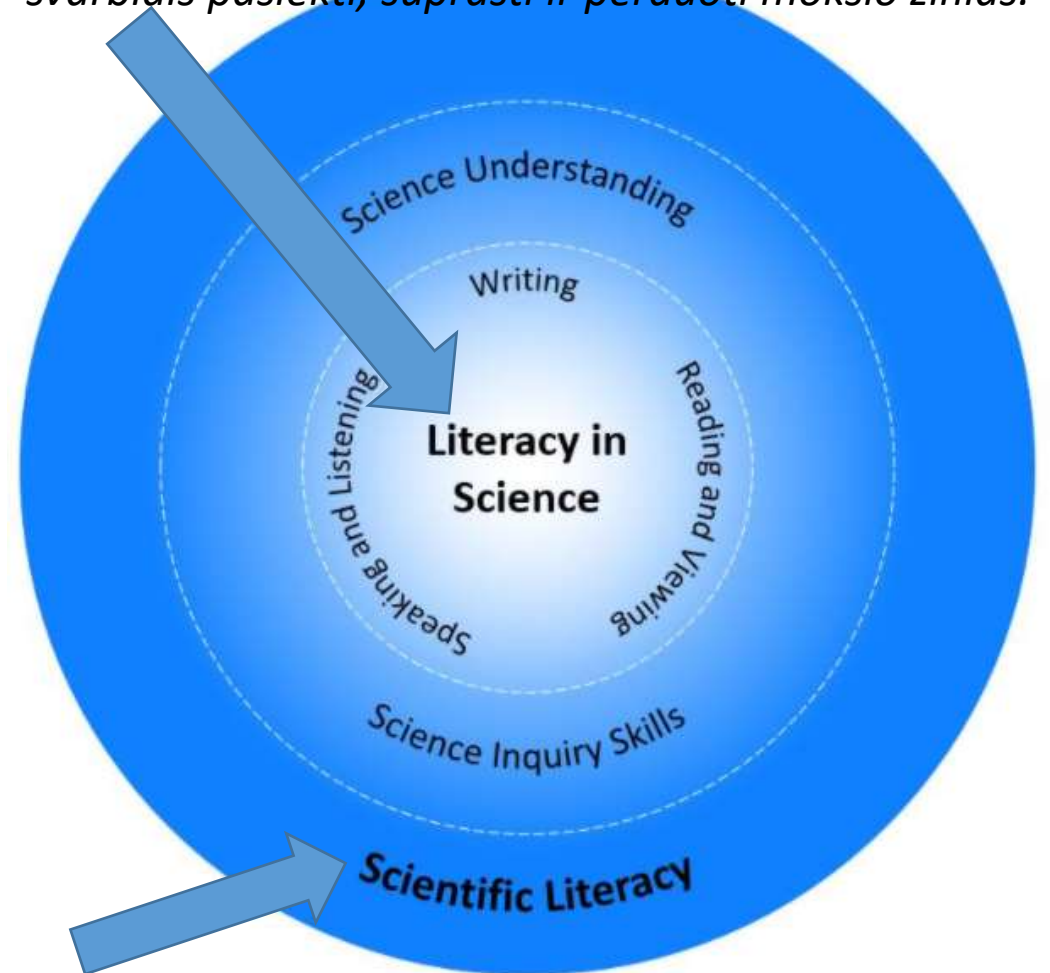
Ying Zhan & Winnie Wing Mui So (2017) Views and practices from the chalkface: development of a formative assessment multimedia learning environment, Technology, Pedagogy and Education, 26:4, 501-515, DOI:

**Mokslinis raštingumas veiksmingiausiai pradedamas formuoti ikimokyklinio ugdymo laikotarpiu**

## Mokliškai raštingas asmuo gali:

- Suprasti reiškinius, atlikti jų tyrimą, argumentuotai aiškinti gamtos, aplinkos ir socialinių reiškinių priežastis, interpretuoti mokslinius faktus ir jų reikšmę.
- Klausti ir rasti/nustatyti atsakymus į klausimus apie kasdienę patirtį.
- Apibūdinti, paaiškinti ir prognozuoti gamtos reiškinius.
- Skaityti straipsnius apie mokslo nagrinėjamus reiškinius populiarioje spaudoje ir dalyvauti viešose diskusijose apie išvadų pagrįstumą, turėti aiškią nuomonę mokslo temomis.
- Identifikuoti mokslinius klausimus, susijusius su nacionaliniais ir vietos sprendimais, ir išreikšti mokslinė ir technologine informacija pagrįstą nuomonę, priimti sprendimus.
- **Mokėti praktiškai taikyti mokslinio metodo principus.**
- Paaiškinti, išplėsti ir perduoti besivystančias mokslo turinio žinias.

*Raštingumo jėgūdziai, leidžiantys suprasti, sintetinti ir perduoti mokslo turinio žinias, susiję su skaitymo, stebėjimo, rašymo, kalbėjimo ir klausymo jėgūdziais, svarbiais pasiekti, suprasti ir perduoti mokslo žinias.*



Mokslinių sąvokų, reiškinių ir procesų supratimas ir gebėjimas pritaikyti šias žinias naujose ir kartais ne mokslinėse situacijose (PISA, 2018).

[https://www.education.vic.gov.au/school/teachers/teachingresources/discipline/english/literacy/Pages/introduction\\_to\\_literacy\\_in\\_science.aspx](https://www.education.vic.gov.au/school/teachers/teachingresources/discipline/english/literacy/Pages/introduction_to_literacy_in_science.aspx)

## Mokslinis metodas:

*patirtinis, sisteminis ir racionalus žinių gavimo būdas, taikant problemos pažinimui duomenų rinkimą stebėjimo, hipotezių kėlimo, jų tikrinimo ir gautų išvadų formulavimo būdais.*

- Žinoti, kas yra mokslas reiškia ne tik žinoti tai, ką mokslas žino bet ir tai, **kaip** mokslas tai sužino. Mokslas → procesas → idėjų visuma → mąstymo būdas.
- Mokslinių žinių gavimo procesas yra nuoseklus kelias, kuriuo gaunamos naujos žinios. Jos gaunamos **moksliniu metodu**.
- Mokslinis metodas - visų mokslų bendrieji tyrimų principai;
- Moksliniu metodu pagrįstas mokslas remiasi sukaupytų žinių visuma, ir jų pagrindu siekia gauti naujas žinias;
- Mokslinis metodas remiasi **empirizmu**: pažinimo teorija, akcentuojančia patirties, įrodymų svarbą, suvokimą per pojūčius; teikia didesnę svarbą žinioms įgytoms stebint ir eksperimentuojant, bet ne loginiams samprotavimams, kuriuos sureikškina **racionalizmas**.



Mokslas priešpastatomas teiginiams, pagrįstiems tikėjimu, mitais, dogmomis, nes priima tik tiesas, kurias galima įrodyti.

STEM tyrimai padeda mokiniams suvokti kaip atsiranda naujos žinios: tai racionali patirtinė veikla, kuriai nebūtinai išskirtiniai gebėjimai. Kiekvienas gali būti mokslininku.

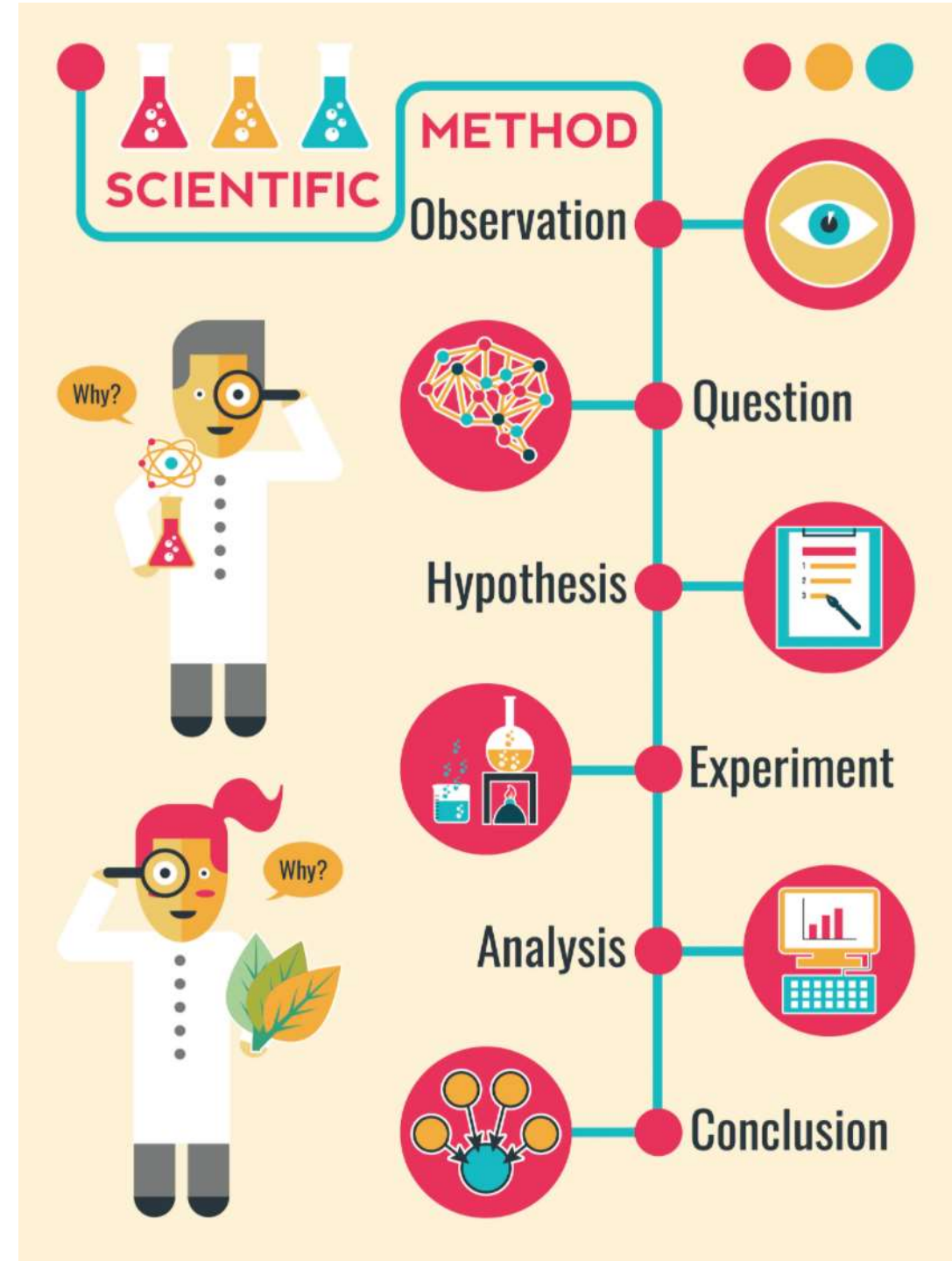
Mokiniai patys gauna įrodymus, kurie patvirtina mokslo dėsningumus. Tai veikia kitaip nei teorinių apibrėžimų mokymasis.

Mokiniai suvokia kaip mokslinio tyrimo principai taikomi spręsti problemoms, supranta kad gali būti mokslininkais ir kad tai yra įdomi veikla → pozityvus požiūris į mokslinę veiklą.

# Mokslinis metodas:

## Mokslinio tyrimo etapai

- I. Stebėjimas;
- II. Klausimų formulavimas;
- III. Hipotezių kėlimas;
- IV. Bandymo planavimas ir atlikimas;
- V. Rezultatų analizė ir pavaizdavimas;
- VI. Išvadų formulavimas;
- VII. Tyrimo rezultatų aptarimas ir pristatymas (> vyresniems).



# Mokytojo instrukcinio vaidmens lygmenys

## Tyrinėjimu grįsto mokymosi tipai

Nors tyrinėjimu grįstas mokymasis remiasi mokinių smalsumu ir jų eksperimentavimu, mokytojai vis tiek vaidina lemiamą vaidmenį organizuodami tyrinėjimu grįstą mokymąsi pamokoje.

Yra skirtingi instrukcijų lygiai, kuriuos mokytojai gali pateikti savo mokiniams, ir jie gali būti klasifikuojami kaip skirtingi tyrinėjimu grįsto mokymosi tipai.

### 1. Struktūrizuotas tyrimas (ang. *structured inquiry*)

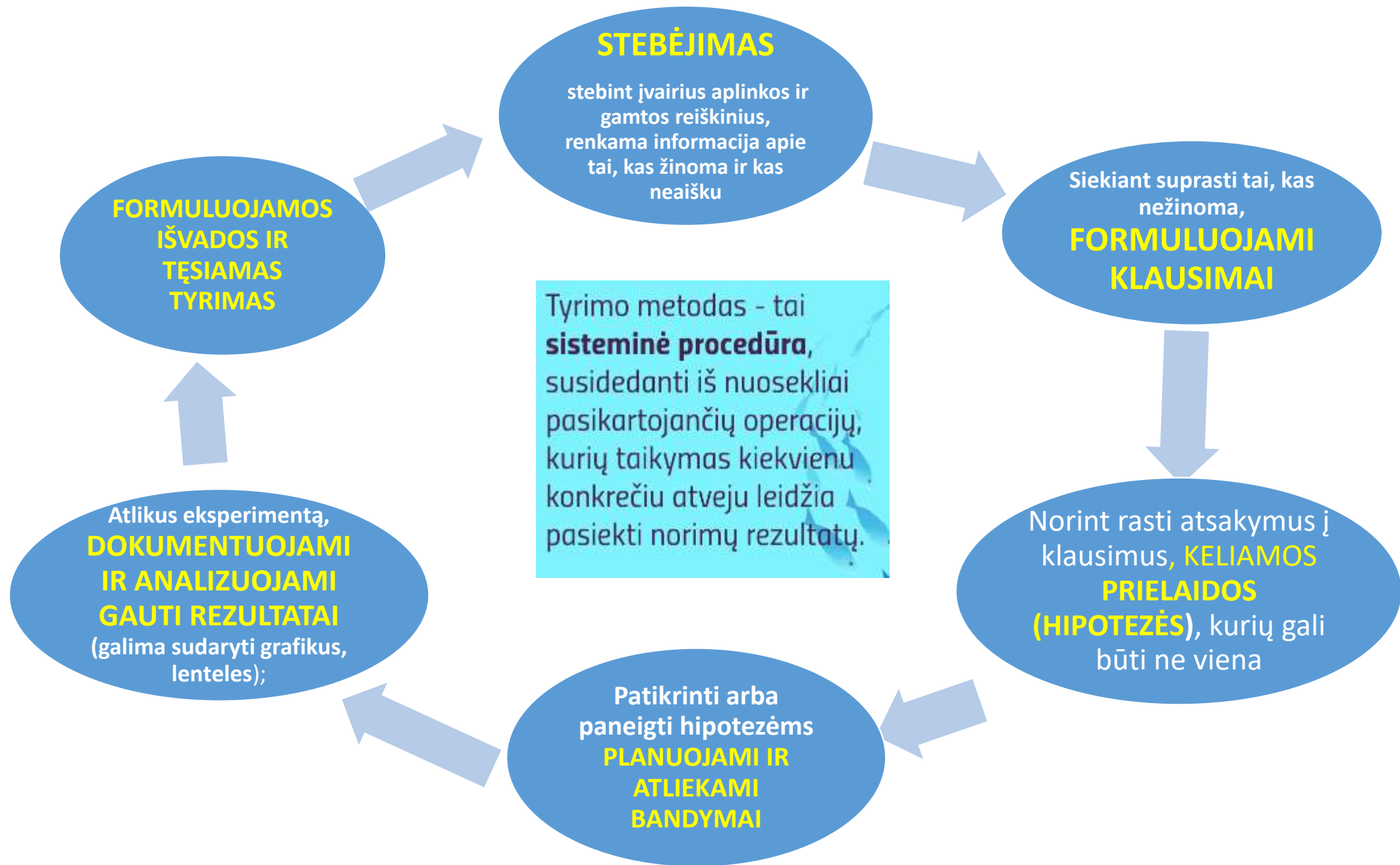
Mokiniams pateikiamas klausimas ir tyrimo planas. Tikslas yra pateikti paaiškinimą, remiantis tyrimo metu surinktais įrodymais.

### 2. Vadovaujamas tyrimas (ang. *guided inquiry*)

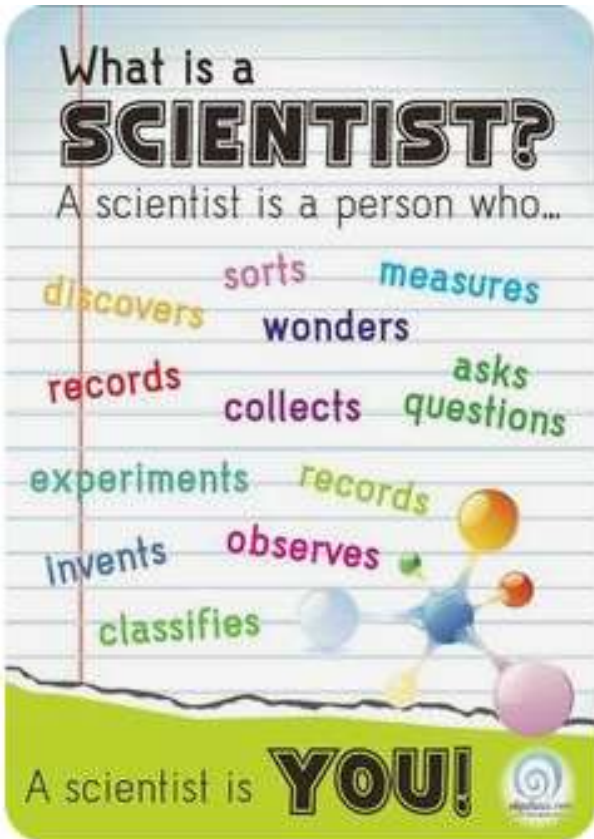
Mokiniams pateikiamas tik klausimas ar problema, kurią reikia išspręsti. Pagrindinis tikslas yra suplanuoti tyrimą ir tada patikrinti patį klausimą ar rasti problemos sprendimą.

### 3. Atviras tyrimas (ang. *open inquiry*)

Mokiniai turi suformuluoti savo klausimus, suplanuoti tyrimą ir patys jį atlikti. Tyrimo pabaigoje mokiniai turi pateikti gautus rezultatus.



## Mokslinio metodo mitas



- Mokslinio metodo principo aiškinimas gali sudaryti klaidingą įvaizdį, kad mokslininkai visas problemas sprendžia tuo pačiu nekintamu būdu. Tai netiesa.
- Mokslinis metodas tik racionalus (logiškas) patirtinio tyrimo principas, ir atliekant kiekvieną tyrimą, jis taikomas kūrybiškai, gali būti pačios įvairiausios jo variacijos.
- Mokslas yra procesas, kuri mokslininkai raštinga visuomenė turi suprasti.
- Geriausiai tai suprantama atliekant įvairius tyrimo projektus savo rankomis...



*The biggest gap that adults have in their scientific knowledge is not that they've forgotten the details of DNA; it's rather that they don't know what science is about ... its methods, limits, benefits, perils, and pitfalls.*

—ALAN LESHNER, AMERICAN ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF SCIENCE



# STEM aplinka - kuriama nacionaliniu mastu

Negalima tikėtis pasiekti rezultatų, viską paliekant epizodiniam STEM mokytojų entuziazmui ir savanorystei

- STEM mokytojo darbo rezultatai priklauso ne tik nuo jo pasirengimo ir asmeninių pastangų;
- Svarbus artimiausios aplinkos: mokyklos administracijos, tėvų, bendruomenės palaikymas/jų įtraukimas. STEM pamokų aplinkos kūrimas ir inventoriaus įsigijimas mokykloje.
- Svarbi ir aplinka valstybės mastu: STEM įtraukimas į nacionalinės švietimo sistemos strategiją ir jos įgyvendinimas, sukuriant STEM palankią aplinką valstybės mastu.
- Švietimo sistemos inovacijos, įgalinančios tradicinį mokymą papildyti STEM mokymu, mokytojams suteikiant realią pagalbą įgauti reikiamų kompetencijas ir juos „išlaisvinant“ tokiam darbui (griežti pamokų planai, vertinimas, biurokratiniai reikalavimai, etc.).
- Vieningos STEM programos sukūrimas: nuo ikimokyklinio ugdymo iki gimnazijos baigimo.
- STEM mokymo aplinka sudaro sistema: **būtinasis universitetų įtraukimas**; STEM centrai; mokslo ir kiti muziejai (regioninių ir nacionalinių parkų, botanikos sodų aplinkos panaudojimas); mokslo ir verslo organizacijų parama, fondai finansuojantis STEM projektus ir renginius, mokytojų kvalifikacijos tobulinimo galimybės, STEM tinklai; STEM mokymo metodinė medžiaga etc., etc.
- Gerosios praktikos pavyzdžiai: Suomija, UK

# STEM aplinka kaip besimokančios visuomenės ekosistema:

## STEM learning ecology: the spectrum of contexts where STEM can be learned

- Veiksminga mokymosi sistema turi gamtinių ekosistemų savybių: remiasi įvairove, daugialypiškumu ir vietiniu prisitaikymu;
- Mokymosi ekosistemą sudaro dinamiškai sąveikaujančios žmonių, vietų, išteklių, institucijų sistemos ir tam tikros socialinės istorijos kontekstas.
- Socialinės istorijos gali būti susijusios su socialinių privilegijų ar socialinio marginalizavimo aspektais. Tai dažnai apima kartas ir formuoja žmonių santykius su mokslu.
- Istorškai įvairiose bendruomenėse mokymosi prieiga tam tikroms socialinėms žmonių galėjo būti apribotos (socialinis sluoksnis, rasė, lytis, amžius ir kt.), todėl svarbi STEM mokymo nuostata yra mažinti tokius apribojimus.
- STEM mokymosi galimybes ir įtraukumas didinami siekiant vengti „monokultūros“ apraiškų tiek metodine (mokymosi formų), tiek socialine prasmėmis. „Monokultūra“ neišvengiamai pašalina dalį besimokančiųjų iš įtraukiamųjų rato.
- Siekiama kurti kuo daugiau STEM mokymosi priemonių, apimančių įvairius aspektus, išsilavinimo lygmenis ir atitinkančius besimokančiųjų įvairovę.

# STEM mokymosi ekosistema:

- STEM mokymosi ekosistemą sudaro: mokyklos, namų ir bendruomenės aplinka, neformalaus ugdymo (pvz., popamokines veiklas ir vasaros programas vykdančios) institucijos, mokslo centrai ir muziejai, regioniniai parkai, botanikos ir zoologijos sodai, universitetai, STEM verslo įmonės.
- STEM ekosistemos dalyviai kartu suteikia daugybę galimybių ir tvirtą pagrindą STEM mokymuisi.
- Mokymosi ekosistema išnaudoja unikalią visų šių skirtingų elementų simbiozę, kad STEM mokytųsi visi vaikai.

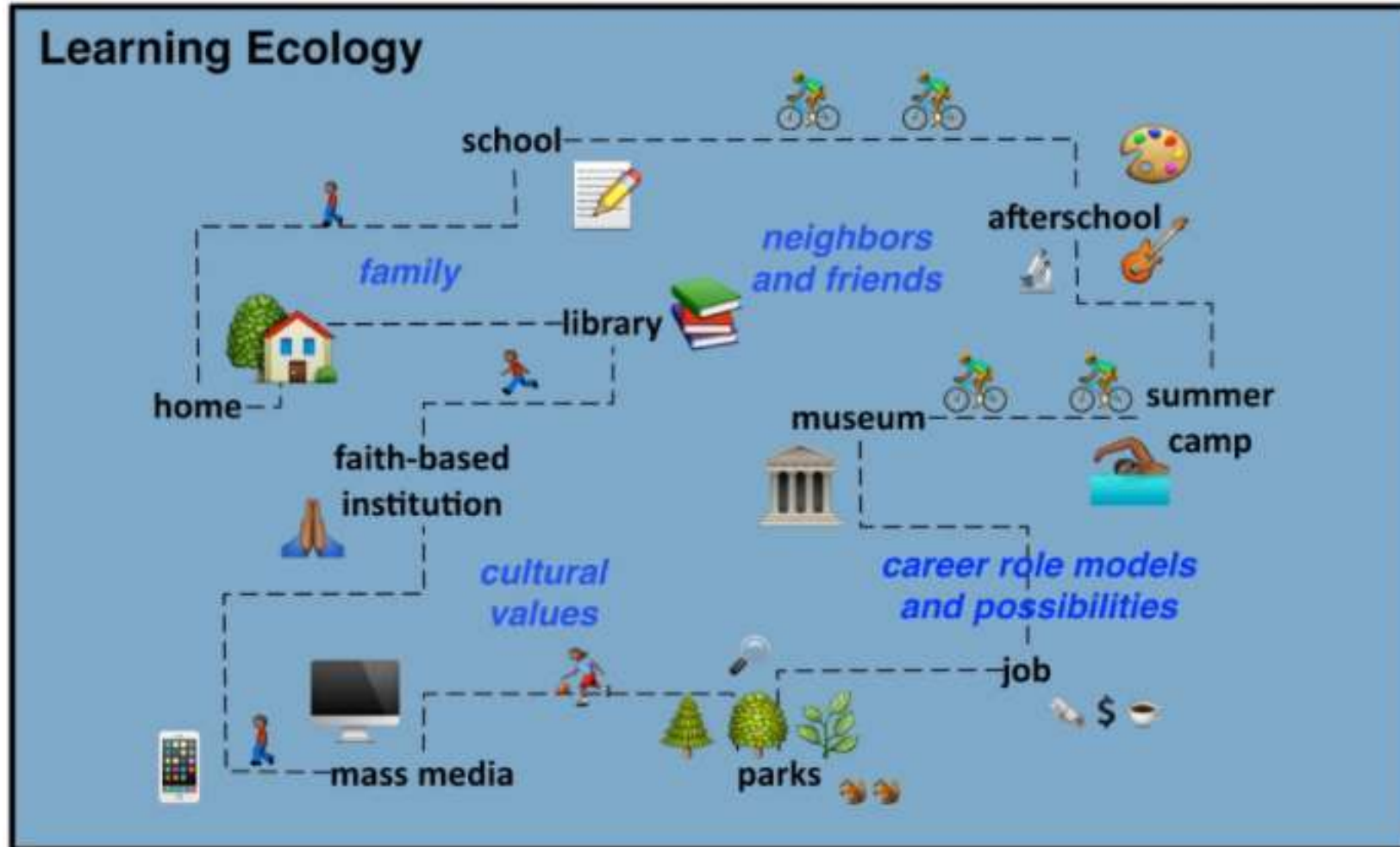


# B. Bevan. STEM learning ecosystems: critical approaches.

<https://www.ecsite.eu/activities-and-services/news-and-publications/digital-spokes/issue-42#section=section-indepth&href=/feature/depth/stem-learning-ecosystems-critical-approaches>

Fundamentally, an ecological perspective reflects research demonstrating that learning is a life-long, life-wide, and life-deep process

Feder, M.A., & Jolly, E. (2017). What do we Know About Stem in Out-of-School Settings? A National Research Council Report. STEM Ready America



Research+Practice Collaboratory. 2015.

- ▶ Learning happens everywhere;
- ▶ Learning happens all the time; and
- ▶ Connections among experiences are essential.

# Anglija: STEM edukacijos sistema sudaro platus įvairių organizacijų tinklas

## STEM education landscape

The UK STEM Education Landscape. A report for the Lloyd's Register Foundation from the Royal Academy of Engineering Education and Skills Committee, 2016

Diversity organisations	Mathematics community	Museums / Zoos Discovery Ctrs	STEM teacher support and supply	Government and agencies	Charitable trusts & foundation	Science community
WISE	JMC	Science Museum	Design and Technology Assoc (DATA)	Dept for Education	Salters Institute	Royal Society
Athena Forum	LMS	Technquest	STEM Learning	Dept Business, Innovation and Skills	NESTA	Royal Soc Chemistry
Inter Engineering	RSS	Nat Space Centre	Assoc of Science Educators (ASE)	National Careers Service	Gatsby Foundation	Royal Soc Biology
AFBE-UK	IMA	Winchester Sci Centre	Computing at School	National Apprenticeship Service	Wellcome Trust	Inst of Physics
WES	20+ additional	@ Bristol	NAACE (ICT subject assoc)	HEFCE / HEFCW	Nuffield Foundation	Royal Institution
Your Life	<b>Computing support</b>	50+ additional	NCETM	ETF	Lloyd's Register	Science Council
10+ additional	Raspberry Pi / Code club	<b>Engineering bodies</b>	London Knowledge Lab	OFQUAL	Ogden Trust	Royal Society of Edinburgh
<b>STEM activities / providers</b>	Apps for Good	Royal Academy of Engineering	Maths Hubs	OFSTED	Comino Fnd	Royal Astronomical Society
Big Bang Fair	Coderdojo	Engineering Council	Teach First	NCTL	ERA Foundation	Geological Society of London
Tomorrows Engineers	Stemettes	Engineering UK	Teaching Leaders	Careers and Enterprise Co.	1851 Commission	British Science Association
EDT	Young rewired state	Inst Mech Eng	Brilliant Club	UKCES	Edu Endowment fund	Learned Society of Wales
Smallpeice Trust	<b>Education providers</b>	The IET	<b>Awarding bodies</b>	<b>Employers and bodies</b>	Livery Companies	70+ additional learned societies
Young Engineers	Schools	Inst Civil Eng	AQA	EMPLOYERS	<b>STEM policy bodies</b>	
Primary Engineer	FE colleges	Inst Chem Eng	Pearson	Sector Skills Councils	ACME	
Arkwright Trust	6th form colleges	Inst Struct Eng	OCR	Sector partnerships	SCORE	
STEM inschools	UTCs	CIBSE	WJEC	CBI, EEF, BCC...	Education for Engineering	
STEMNET	National Colleges	ICM3	EAL		CASE	
Industrial Cadets	ILPs / GTAs / ATAs	IMarEST			UK forum for Computing Edu	
Imagineering	National skills academies				NCUB	
EESW					EPC / CPHC	
300+ additional		30+ additional	City and Guilds			

**Table 1:** An illustration of the complex STEM education landscape that highlights just a fraction of the organisations engaged in various types of activity.

## Koks Lietuvos STEM kraštovaizdis?

- Ar priimta Nacionalinė STEM strategija? Taip, 2015 – ir kaip sekasi įgyvendinti?
- Ar veikia STEM centrai?
- Ar rengiami STEM mokytojai?
- Ar dalykų mokytojai turi galimybę įgauti STEM mokymo įgūdžių?
- Kokią pagalbą gauna mokytojai, norintys taikyti STEM?
- Ar universitetai bendradarbiauja su mokyklomis STEM mokymo procese?
- Ar yra Mokslo muziejus, ar pritrauktos kitos STEM aplinką formuojančios institucijos? Kiek pritrauktos mokslinės draugijos, LMT, LMA?
- Ar yra STEM projektus remiančios programos ir fondai?
- Ar yra nacionalinis STEM mokytojų tinklas, kuriame būtų dalijamasi informacija, idėjomis, metodine medžiaga, viešinama geroji patirtis, informacija apie organizuojamus renginius, konkursus?



Those who  
believe in  
telekinetics,  
raise my hand.

Kurt Vonnegut  
SEP. 1917 - FEB. 1992



If you can do a  
half-assed job of  
anything, you're a  
one-eyed man in a  
kingdom of the  
blind.

Kurt Vonnegut  
SEP. 1917 - FEB. 1992

DAUG EPIZODINIŲ PASTANGŲ  
pasmerktų nesėkmei  
kol NĖRA SISTEMOS

**Gamtos mokslų, technologijų, inžinerijos ir matematikos tyrimų ir eksperimentinės veiklos atviros prieigos centrų sukūrimas (STEM centrai)**





# Pritaikyta Romualdos Lazauskaitės pranešimo „**STEAM centrai Lietuvoje: iššūkiai ir lūkesčiai**“ medžiaga ir

T. Jankus J. Šarpienė, ST E A M ugdymas Lietuvoje: atviros prieigos centrų steigimas ir bendradarbiavimas, JPP, 2020.

## **STEAM APC MODELIS:**

*kuriama 10 STEAM atviros prieigos centrų:*

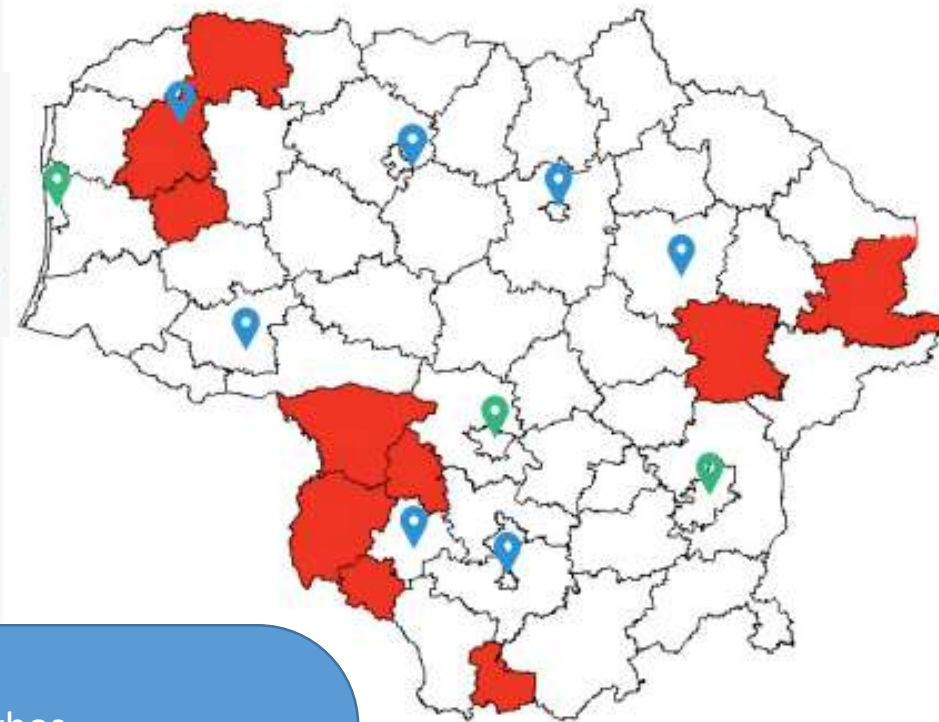
### **Nacionaliniai (metodiniai) STEAM centrai**

- Vilnius
- Kaunas
- Klaipėda

### **Regioniniai STEAM centrai**

- Telšiai
- Šiauliai
- Panevėžys
- Utena
- Alytus
- Marijampolė
- Tauragė

- Sutarties nepasirašiusios savivaldybės
- STEAM regioniniai centrai
- STEAM metodiniai centrai



### **Specializuotos laboratorijos:**

- Vilniaus – Šviesos technologijų ir Skaitmeninės gamybos
- Klaipėdos – Jūros mokslų ir technologijų
- Kauno – Kūrybinių industrijų ir verslininkystės
- Alytaus – Maisto gamybos technologijų ir sveikatinimo
- Marijampolės – Menų ir medijos
- Panevėžio – Virtualios realybės
- Šiaulių – Sveikatos technologijų ir gyvenimo kokybės
- Tauragės – Tvaraus vystymosi, žaliosios ir alternatyviosios energetikos
- Telšių – Dizaino
- Utenos – Astrofizikos ir aerokosmonautikos



### **Standartinės laboratorijos**

1. Biologijos ir chemijos
2. Fizikos ir inžinerijos
3. IT ir robotikos  
FabLab

# APC funkcijos:

Tikslinės grupės: mokiniai, mokytojai;  
Švietimo formos: formalus, neformalus

Šiuo metu yra rengiamas preliminarus STEAM APC veiklos modelis, kuris susideda iš 8 pagrindinių dalių:

- STEAM metodinių ir regioninių centrų strateginiai tikslai, uždaviniai ir Centrų prioritetiniai siekiai.
- STEAM centrų veiklų organizavimo (vykdymo) ir kokybės užtikrinimo tvarka/gairės
- Veiklos įgyvendinimo prielaidos
- Metodinės medžiagos kūrimas, atnaujinimas, metodininkų mokymai
- STEAM centrų valdymo ir administravimo struktūra
- STEAM centrų IT platforma
- Bendradarbiavimo modelis (STEAM centrų bendradarbiavimo su partneriais bei tarpusavyje gairės)
- Viešinimo strategija (STEAM centrų tinklo viešinimo strategija)

Galutinė veiklos modelio versija bus parengta iki 2020 metų pabaigos.

Pagrindinės tiek nacionalinių, tiek regioninių STEAM centrų funkcijos sutaps [1]:

- rengia ir įgyvendina neformaliojo švietimo programas įvairaus amžiaus, skirtingų gebėjimų vaikams;
- sudaro galimybes organizuoti veiklas bendrosiose programose numatytiems tikslams pasiekti: mokinių eksperimentinę veiklą, projektinius, laboratorinius darbus, brandos darbą;
- organizuoja mokinių konkursus, olimpiadas, stovyklas ir kitus renginius, rengia jiems užduotis, vertina rezultatus;
- organizuoja mokinių profesinį orientavimą, susitikimus su mokslo, pramonės ir paslaugų sektorių atstovais;
- organizuoja ir vykdo mokytojų seminarus, stažuotes, pažintinius vizitus;
- mokytojams rengia metodinę medžiagą, padedančią ugdyti mokinių mokslinius tyrimus ir plėtoti techninę kūrybą;
- kuria ir palaiko virtualias tyrimų ir konstravimo laboratorijas, organizuoja mokymą nuotoliniu būdu;
- visuomenei organizuoja viešus renginius pristatydamas mokslinius tyrimus ir inovatyvaus verslo pasiekimus, taip pat populiarindamas inovacijas ir techninę kūrybą.

Tačiau, numatoma, jog nacionaliniai centrai turėtų:

- būti kompleksiniai savo struktūra ir veiklų modeliu, kuris apimtų ne tik formaliojo, neformaliojo ugdymo veiklas, mokytojų kvalifikacijos tobulinimą, mokslo populiarinimo renginius, bet ir STEAM srities ir ugdymo proceso/turinio mokslinius tyrimus ir eksperimentinę veiklą, pedagogines studijas, pedagogų kvalifikacijos plėtrą, būtų bazė pasirengti olimpiadoms ir kt.: (nacionalinių centrų prioritetas - tarptautiniai renginiai);
- atliktų STEAM srities ugdomųjų dalykų turinio, mokymo proceso, mokinių pasiekimų analizę, bendradarbiaujant su mokyklomis aptartų ir tobulintų STEAM centrų užsiėmimų veiklos turinį, tematiką, derintų įrangos papildymus su mokyklų turima STEAM įranga, teiktų siūlymus regioniniams centrams dėl jų veiklos modelių;
- būtų metodiniai - konsultaciniai centrai, parengiantis kitiems STEAM centrams bei mokykloms priemonių paketus, pamokų modelius, priemonių rinkinius, nuotolinių mokymų medžiagą ir kt.;
- integruodami savo mokslinę infrastruktūrą vykdytų STEAM srities mokslinę eksperimentinę veiklą (edukacinius tyrimus; mokslo taikomuosius projektus ir kt.);
- vykdyti koordinacines funkcijas Lietuvos STEAM centrams įsitraukiant į tarptautinius STEM konsorciumus, koordinuojant nacionalinius ar tarptautinius projektus ir renginius;
- organizuotų visų STEAM centrų metodininkų/darbuotojų kvalifikacijos tobulinimą;
- konsultavimą dėl centrų veiklos modelio; konsultavimą dėl bazinės/standartinės įrangos atnaujinimo.

[1] - ŠMSM, „Gamtos mokslų, technologijų, inžinerijos, matematikos tyrimų atviros prieigos centro veiklos aprašas“. Patvirtintas Lietuvos Respublikos švietimo ir mokslo ministro 2016 m. balandžio 21 d. įsakymu Nr. V-367, papildytas 2016

# Vilniaus STEAM centras Vilniaus universiteto planetariumas



Formalus ir neformalus ugdymas+metodinė pagalba regioniniams centrams

# Kaunas: „Mokslo sala“



<https://kaunas.kasvyksta.lt/tag/mokslo-sala/>

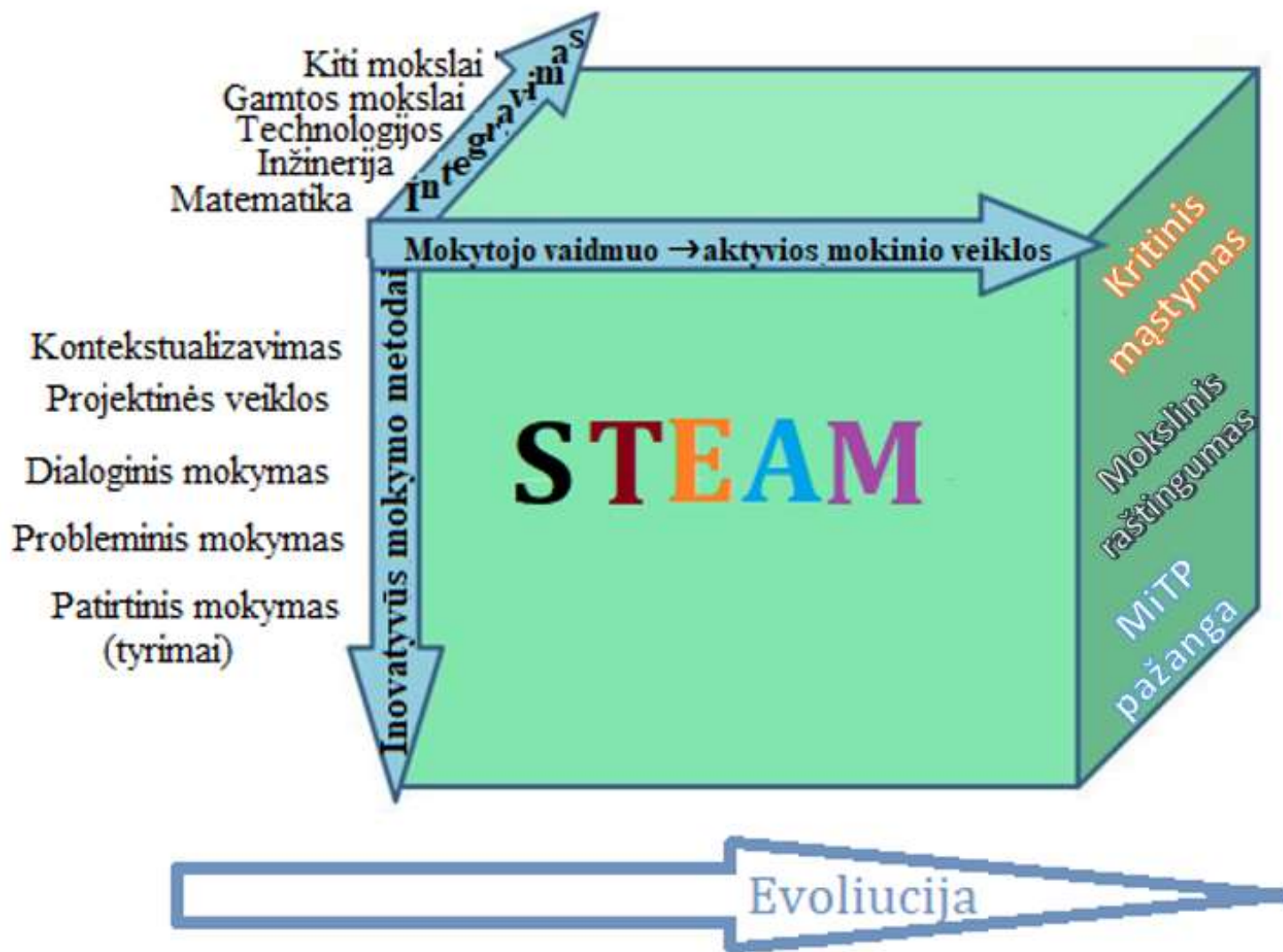
## Mes kartu viską galim?

### Mokytojų nurodyti labiausiai trukdantys dalykai:

- Amžinoji švietimo reforma, nenuosekli švietimo politika (pvz., STEM strategijos veiklos planas įgyvendintas tik dalinai) ir jos padariniai:
- Mokyklinė biurokratija, dideli krūviai, perdėta kontrolė, didaktinio mokymo dominavimas, teisinio reglamentavimo problemos;
- Mokytojų vertinimo metodika, orientuota į baigiamųjų egzaminų pažymius;
- Metodinės medžiagos stoka;
- Kokybiškų mokymų stoka;
- STEM projektų finansavimo programos nebuvimas;
- Veiksmingo nacionalinio STEM tinklo nebuvimas... („Yra...bet nėra?“)
- Iniciatyvų grindimas vien mokytojų entuziazmu. Jų epizodiškumas.

## Ką galėtumėm padaryti kartu?

- 2021 m. VDU pradėta dėstyti STEM modulių
- Stiprinti Lietuvos universitetų ir mokyklų sąveiką STEM veiklų klausimais;
- Plėsti STEM mokymo ekosistemą Lietuvoje, pritraikiant daugiau institucijų;
- Rengti mokytojų STEM mokymus (kvalifikacijos kėlimo kursus) VDU;
- Sudaryti realiai veikiančią nacionalinę STEM tinklą (veikianti lietuvių kalba) ir organizuojanti įvairias pagalbos mokytojams priemones;
- Kasmet organizuoti regioninę arba nacionalinę STEM mokytojų konferenciją;
- Pritraukti daugiau politinės valios institucijų dėmesio, kad būtų finansuojamas ekosistemos kūrimas ir veikla (STEM centrai), programa projektinėms STEM veikloms (STEM konferencijoms, konkursams, tarpmokykliniams projektams, vasaros stovykloms ir t.t.).



# Naudingi šaltiniai:

- Š. Gerulaitis, E. Vaivadienė. Patirtinis mokymas(is). Metodinė priemonė. Nacionalinė švietimo agentūra, ugdymo turinio skyrius, 2019.
- <https://epale.ec.europa.eu/lt/content/patirtinio-mokymosi-strategija-mokymasis-patirties-ir-patirti>;
- E. Vaivadienė. Nuo STEM link STEAM. Nacionalinė švietimo agentūra, ugdymo turinio skyrius, 2020.
- J. Vaitiekaitis. *STEM ugdymas: nuo Sputniko iki mergaičių skaučių*. *Acta Paedagogica Vilnensia* 2019, 43, 100–118
- D. A. Sousa, T. Pilecki. From STEM to STEAM. Brain-Compatible Strategies and Lessons That Integrate the Arts. 2018 (2nd edition), Corwin A SAGE Company, Thousand Oaks, USA.
- Sternberg, R. J., & Ambrose, D. (Eds.). (2021). Conceptions of Giftedness and Talent. doi:10.1007/978-3-030-56869-6
- Costantino, T. (2017). *STEAM by another name: Transdisciplinary practice in art and design education*. *Arts Education Policy Review*, 119(2), 100–106. doi:10.1080/10632913.2017.1292973
- STEAM education. Theory and practice. (eds., M.S. Khyne, S. Areepattamannil), Springer Nature, 2019 (e-knyga);
- R. M. Felder, R. Brent. Teaching and learning STEM. A practical guide. Jossey-Bass, A Wiley Brand, 2016 (e-knyga);
- Guide to Implementing the Next Generation Science Standards. (National Research Council), The National Academies Press, 2015 (e-knyga);
- F. Banks and D. Barlex. Teaching STEM in the Secondary School. Helping teachers meet the challenge. Routledge Taylor & Francis group, 2014;
- C. C. Johnson, E. E. Peters-Burton, T. J. Moore. STEM Road Map. A Framework for Integrated STEM Education, 2020, Taylor and Francis e-book



# VDU Gamtos mokslų fakulteto Biochemijos katedra kviečia mokytojus bendradarbiauti; mokyklų absolventus stoti į Biochemijos ir Biotechnologijos programas VDU

## VDU GMF dėstytojų siūlomos paskaitos mokykloms (45 min)

	Dėstytojas	Tema
1	Saulius Šatkauskas	Kaip pernešti geną į ląstelę?
2		Kalcio jonai: maži, bet gali labai daug.
3	Rimantas Daugelavičius	Ar gali virusai būti mūsų draugais?
4		Ar tikrai mums bus geriau, jei žus milijonai bakterijų?
5		Biojutikliai
6	Vida Mildažienė	Superorganizmai lėtūnai ir jų biocheminiai triukai
7		Mikroskopiniai Lietuvos ežerų gyvūnai samangyviai
8		Augalų bendravimas chemine kalba
9		Augalų sėklos: kaip įmanoma būti jautriam ir atspariam vienu metu?
10		Augalų žiotelės ir paprasti jų tyrimai
11	Violeta Vaitkevičienė	Smagi chemija integruotoje STEAM pamokoje
12		Spalvotųjų metalų junginių panaudojimo paslaptys
13	Rasa Žūkienė	Natūralūs saldikliai: nuo laboratorijos iki virtuvės.
14	Žita Naučienė	Homeopatijos mitai
15		Daugiau apie maisto "E"
16	Lina Ragelienė	Nanopasaulis aplink mus
17		Kaip plaukus "plauna" sausas šampūnas?
18	Simona Vaitkienė	Virusų diagnostikos metodai
19	Laima Degutytė-Fomins	Eksperimentavimo mokykloje mokykla

