

Ohjeet STEM-kouluttajille

STEM Labyrinth -sovelluksen metodologia



Sisältö

1.	Johdanto.....	3
1.1	STEM Labyrinth - hankkeen päämäärä ja tavoitteet.....	4
1.2	STEM Labyrinth -hankkeen tulokset.....	5
1.3	Ohjeiden tarkoitus.....	8
1.4	Ohjeiden lyhyt sisältö.....	9
2.	Tiivistelmä	11
2.1	Yhteenveto IO3-tuotoksesta	11
2.2	Kohderyhmät ja odotetut vaikutukset	12
2.3	Ongelmien ja ohjeiden suunnitteluun osallistuneet yhteistyökumppanit.....	12
2.4	Ongelmien lukumäärä ja aine/aihe/alue.....	13
3.	STEM Labyrinth -sovelluksen metodologia	20
3.1	Mikä on sovelluksen tarkoitus? Mitkä ovat mobiilisovelluksen keskeiset tavoitteet?	21
3.2	Keitä ovat kohdekäyttäjät ja mitä ovat heidän tarpeensa?	21
3.3	Miten lähestyä ongelman suunnittelua?	21
4.	Miten STEM Labyrinth -sovellusta käytetään?.....	23
4.1	Mikä on mobiilisovelluksen sisältö ja miten sitä käytetään?.....	25
4.2.	Miten <i>STEM Labyrinth</i> -menetelmää ja sen mobiilisovellusta voidaan käyttää opetus- ja oppimisprosessissa	36
4.3.	Ideoita sovelluksen sisällön löytämiseksi/hyödyntämiseksi/muokkaamiseksi/laajentamiseksi oppilaiden ja opettajien tarpeiden mukaan aiheen lähestymisessä	42
4.4.	Miten opettaja voi luoda omia ongelmaskenaarioitaan STEM Labyrinth -menetelmän ja muiden resurssien pohjalta omien ja oppilaiden tarpeiden mukaan	45
4.5.	Oppituntisuunnitelmien laatiminen tiettyjä aiheita varten mobiilisovellusta hyödyntäen	50
4.6.	Mobiilisovelluksen eri ongelmakategorioiden analyysi joidenkin mobiilisovelluksen esimerkkien kuvauksen ja lähestymistavan jälkeen.....	75
5.	Mobiilisovelluksen pilottitestaus.....	82
5.1.	STEM Labyrinth -ongelmien arviointilomake.....	83
5.2.	Arviointilomake opiskelijoiden kanssa tehdyistä pilottitesteistä	86
5.3.	Raportti kumppanioppilaitoksissa järjestetystä mobiilisovelluksen pilottitestauksesta ..	88
6.	Opiskelijoiden tietojen ja taitojen arviointi mobiilisovelluksen avulla.....	91
6.1	Opiskelijoiden oppimisen arviointi monialaisessa STEM-opetuksessa	92



6.2 Mobiilisovellukset: mobiiliavusteinen formatiivinen arviointi	93
7. Miten opettaja voi motivoida ja innostaa oppilaita ongelmanratkaisijoiksi ja luoviksi ajattelijoina?	95
7.1 Johdanto	96
7.2 Motivaatio.....	96
7.3 Opiskelijoiden osallistuminen oppimisprosessiin	97
7.4 Mobiilisovellukset STEM-opetuksessa opiskelijoiden sitoutumisen maksimoimiseksi	98
8. STEM-opettajien identiteettien kehittäminen kehittyvissä STEM-kouluissa.....	100
8.1 Mikä on STEM-koulu?.....	100
8.2 Mitä STEM-opettaja on ja miten hänestä tulee hyvä opettaja?	101
8.3 Miten STEM-koulutus auttaa opiskelijoita?.....	102
9. Koulujen rehtorit ja oppilaitosyhteisö mukauttamassa STEM-koulutusta koskevaa toimintasuunnitelmaa	105
10. Valtioiden opetushallitukset voivat luoda tukevat poliittiset puitteet, jotka ovat keskeinen perusta STEM-koulutuksen uudelleensuunnittelun onnistumiselle	109
11. Koulujen, yhteisön ja poliittisten päättäjien välisten siteiden kehittäminen	112
Viitteet	115
<i>Laatijat</i>	Error! Bookmark not defined.





1.Johdanto



1.1 STEM Labyrinth -hankkeen päämäärä ja tavoitteet

Nykyään maailma muuttuu nopeasti, eikä nykyisin hankittujen tietojen ja taitojen odoteta riittävän, kun oppilaita valmistellaan elämään. Korostetaan, että 2000-luvun taitoja, kuten digitaalisia taitoja, kriittistä ajattelua, yhteistyötä, ongelmanratkaisua, innovatiivista ja analyttistä ajattelua, todellakin tarvitaan. Teknologia on kehittynyt niin nopeasti, että oppilaiden on erittäin tärkeää sopeutua näihin teknologian jatkuviin muutoksiin. Yksilöllinen osaaminen STEM-oppiaineissa (luonnontieteet, teknologia, tekniikka ja matematiikka) on yhä tärkeämpää tulevaisuuden ammateissa, jotka perustuvat huipputeknologiaan. Siksi koulutuksessa tarvitaan paljon innovatiivisia lähestymistapoja.

Opettajina meidän on oltava tietoisia muutoksista ja nykypäivän oppilaiden tarpeista. Olemme huomanneet, että näillä oppilassukupolvilla on tarkkaavaisuushäiriöitä vain siksi, että he ovat syntyneet teknologian kanssa. He ovat tottuneet saamaan tietoa yhdellä klikkauksella puhelimillaan, tableteillaan ja tietokoneillaan, joten luokahuoneessa opettaminen perinteisellä tavalla, vanhojen oppikirjojen avulla osoittaa, että koulutusjärjestelmä ei ole tehokas. Oppimismallien ja oppilaiden tarpeiden mukaan tässä hankkeessa oli tarkoitus kehittää vuorovaikutteista materiaalia, joka auttaa oppilaita kehittämään ongelmanratkaisutaitoja eli oppilaiden kykyä ymmärtää ongelmia, jotka sijoittuvat uudenlaisiin ja oppiainerajat ylittäviin ympäristöihin, tunnistaa asiaankuuluvaa tietoa tai rajoitteita, esittää mahdollisia vaihtoehtoja tai ratkaisuvaihtoehtoja, kehittää ratkaisustrategioita sekä ratkaista ongelmia ja viestiä ratkaisusta.

Ensinnäkin hankkeen tavoitteena on kehittää oppilaiden niin sanottuja "STEM-taitoja" (luonnontieteet, teknologia, tekniikka ja matematiikka), joita voidaan pitää perustaitoina ja jotka ovat tämän vuoksi hankkeemme pääpaino. Lisäksi niitä pidetään hyvin haastavina eikä niitä pidetä oppilaiden kannalta houkuttelevina, mikä käy ilmi viimeisimmistä PISA-testeistä. Kaikki hankkeen kumppanuuskoulut ovat havainneet tarpeen parantaa luonnontieteiden, matematiikan ja tekniikan opetuksen laatua, ja ne ovat esittäneet hankkeen, jonka tavoitteena on kehittää yhteinen kehys, jolla tuetaan oppilaiden osallistumista oppimiseen.

Yksi tärkeimmistä horisontaalisista painopistealueista, joita korostamme, on innovatiiviset käytännöt digitaaliaikakaudella hankkeemme tavoitteiden mukaisesti. Tässä strategisessa kumppanuudessa edistämme innovatiivisia menetelmiä ja pedagogiikkaa opiskelijoiden motivaation lisäämiseksi. Älypuhelinsovellus ja työkalupakkimateriaalit STEM-opetuksen edistämiseksi tarjoavat kouluille innovatiivisia käytäntöjä ei-muodollista oppimista varten, jotka perustuvat tosielämän ongelmiin, tukevat tieto- ja viestintätekniikkaan perustuvaa opetusta, tukevat opettajia tieto- ja viestintätekniikan hankkimisessa tai parantamisessa oppimisessa sekä edistävät OER:n eli avointen oppimisresurssien käyttöä painopistealueina.

Hankkeemme kohdistuu erityisesti horisontaaliseen Erasmus+-painopisteeseen - Yksilöiden tukeminen perustaitojen ja avaintaitojen hankkimisessa ja kehittämisessä - edistämällä monialaista ja monitieteistä lähestymistapaa, jossa on mukana eri tieteenaloja (fysiikka, tietotekniikka, matematiikka, luonnontieteet, muotoilu), edistämällä tosielämän ongelmiin perustuvaa oppimista, käytännönläheistä oppimista ja innovatiivisia lähestymistapoja huipputeknologian opetuskonteksteihin, painottaen erityisesti huipputeknologian fyysisiä ympäristöjä. Edistämme kriittistä ajattelua erityisesti ongelmanratkaisun avulla ympäristökontekstissa.

Perinteisissä oppimistilanteissa koulutustuloksissa keskitytään siihen, kuinka monta vastausta oppilas osaa. Haluamme, että opiskelijat oppivat kehittämään kriittistä asennetta työhönsä: kyselemään,



muokkaamaan, ajattelemaan joustavasti ja oppimaan ongelmanratkaisusta. Älykkäiden ihmisten kriittinen ominaisuus ei ole vain tiedon hallussapito vaan myös se, että he osaavat käyttää sitä ja hyödyntää sitä mahdollisimman paljon.

Hankkeella edistetään myös opettajan ammatin profiilin vahvistamista, monimutkaisten luokkahuonetilanteiden käsittelyä sekä uusien menetelmien ja välineiden käyttöönottoa, jotka myös lisäävät sekä opiskelijoiden että opettajien taitoja ja osaamista. Ehdotetut toimet auttavat myös kehittämään monialaisia taitoja, kuten digitaalisia taitoja ja monikielisyyttä, ei ainoastaan opiskelijoiden vaan myös kaikkien hankkeen toteuttamiseen suoraan osallistuvien henkilöiden keskuudessa. Sen lisäksi, että tieto- ja viestintätekniikan käyttö ja integrointi opetukseen, innovatiivisten pedagogisten lähestymistapojen käyttö auttaa oppijoita kehittämään monialaisia taitojaan.

Hankkeen tärkein tavoite on varmasti parantaa STEM-koulutuksen laatua ja auttaa oppilaita kehittämään ja soveltamaan käsitteellistä ymmärrystä tieteestä, teknologiasta, tekniikasta ja matematiikasta. On tärkeää, että kaikenikäiset oppilaat harjoittavat tällaista korkeamman asteen ajattelua, jotta he voivat valmistautua tulevaan koulutukseensa ja uraansa. Vuorovaikutteisen oppimisen mahdollistavat sovellukset voivat herättää oppilaiden kiinnostuksen STEM-alan ammatteihin jo varhaisessa vaiheessa.

1.2 STEM Labyrinth -hankkeen tulokset

Hanke-ehdotuksen perustana oli kysymys: Kuinka hyvin nuoret oppilaat ovat valmistautuneet ratkaisemaan ongelmia, joita he kohtaavat koulun jälkeisessä elämässä, jotta he voivat täyttää tavoitteensa työssä, kansalaisina ja jatko-opinnoissa? Joissakin elämän haasteissa heidän on hyödynnettävä koulun opetussuunnitelman tietyissä osissa opittuja tietoja ja taitoja – esimerkiksi matematiikkaan liittyvän ongelman tunnistamisessa ja ratkaisemisessa. Monet tosielämän ongelmat eivät liity yhtä selvästi koulussa opittuihin tietoihin tietyssä oppiaineessa, ja usein ne edellyttävät, että oppilaat selviytyvät tuntemattomista tilanteista ajattelemalla joustavasti ja luovasti.

Tämä hanke koskee toista, yleisempää ongelmanratkaisua. Hankkeen avulla otamme käyttöön uuden ja innovatiivisen lähestymistavan, jota STEM-opetuksen opettajat voivat seurata ja käyttää lisäopetusmateriaalina. Kehitämme innovatiivisen STEM Labyrinth -menetelmän ja suunnittelemme mobiilisovelluksen luodaksemme transformatiivisen opetuskokemuksen lukiolaisille. Todellisen elämän ongelmaskenaarioria käytetään mobiilisovellusten avulla, jotka antavat oppilaille valmiudet korkeamman asteen ajatteluun. Oppilaat voivat todella päästä käsiksi oppimansa soveltamiseen reaali maailmassa ja innostuvat viemään opintojaan luokkahuoneen ulkopuolelle. Mobiililaitteiden käyttö tarjoaa suuria mahdollisuuksia muuttaa opiskelijoiden oppimistapoja muuttamalla perinteistä luokkahuonetta vuorovaikutteisemmaksi ja osallistavammaksi. STEM-oppimisessa on pitkälti kyse luovien ratkaisujen suunnittelusta reaali maailman ongelmiin. Kun opiskelijat oppivat autenttisen, ongelmalähtöisen STEM-suunnittelun yhteydessä, he näkevät selvemmin oppimisensa todellisen vaikutuksen.

Nopeasti muuttuvan teknologian aikakausi on tuotava luokkahuoneeseen, ja useampien opettajien on oltava tietoisia kaavoista, joita nämä oppilaat tarvitsevat saadakseen heidän huomionsa kiinnittymään ja saadakseen heidät hankkimaan taitoja ja osaamista. Oppilaat voivat oppia kriittistä ajattelua ja



luovuutta, jotta he olisivat valmiita selviytymään yhteiskunnan haasteista. STEM Labyrinth -hankkeessa keskitytään uuden teknologian oppimiseen, opettamiseen ja käyttämiseen sekä digitaalisten taitojen riittävään käyttöön. Teknologialla on ratkaiseva rooli siinä, miten opetussuunnitelmia kehitetään ja toteutetaan. Tämä näkyy monissa maissa laajana liikkeenä, jonka tavoitteena on luoda STEM-opetussuunnitelmia (tiede, teknologia, tekniikka ja matematiikka), joilla oppilaita valmistetaan elinikäiseen oppimiseen ja tulevaisuuden vaatimuksiin.

Hankkeen konkreettiset tulokset eli tuotokset liittyvät useiden konkreettisten tulosten kehittämiseen, joita STEM-opettajat, opettajien kouluttajat, koulujen johtajat ja pääasiassa opiskelijat voivat hyödyntää. Ne ovat seuraavat:

1. Työkalupakki STEM-koulutuksen edistämiseksi

Se tarjoaa keskeisiä viestejä, materiaaleja ja viestintästrategioita, joiden avulla koulut ja poliittiset päättäjät voivat voittaa haasteet ja saada vahvan tuen STEM-koulutusaloitteille. Työkalupakki sisältää erilaisia täytäntöönpanovälineitä, jotka ulottuvat STEM-koulutuspolitiikkaa ja STEM-opettajien käytäntöjä koskevan analyysin tekemisestä kumppanimaissa ja strategioiden löytämisestä tarvearvioinnin tueksi omia STEM-ohjelmia kehitettäessä. Mukana on myös täytäntöönpanovinkkejä opetussuunnitelman valintaan, interaktiivisten tuntuksien suunnitteluun ja mukauttamiseen – myös ne, jotka laadittiin jo ehdotuksemme yhteydessä. Tämä työkalupakki on suunniteltu ilmaiseksi ja ystävälliseksi, joten se on kaikkien oppilaiden, opettajien ja koulutusyhteisön käytettävissä. STEM-toiminta edellyttää, että mentorit kutsuvat luokkia tekemään opintokäyntejä ja käytännön työpajoja, jotta oppilaat voivat ymmärtää työstämiensä aiheiden erilaisia konkreettisia sovelluksia, mikä antaa heille näkymiä tulevaa yliopisto- ja työuravalintaa varten.

2. Mobiilisovellus STEM Labyrinth

Tämä tuotos viittaa sellaisen mobiilisovelluksen kehittämiseen, joka edustaa tosielämän ongelmien virtuaalista simulaattoria, jossa oppijoita pyydetään ratkaisemaan tosielämän ongelmia ja hankkimaan näin tietoa ongelmanratkaisun avulla.

Monien jokapäiväisten tilanteiden ja ongelmien ratkaiseminen edellyttää paitsi puhdasta luonnontieteellistä ja matemaattista tietoa myös ongelmanratkaisutaitoja, korkeamman asteen ajattelustrategioita ja luovuutta. Näin ollen *STEM Labyrinth* -sovellus asettaa oppilaat keskelle tosielämän tilannetta ja haastaa heidät aloittamaan ongelmanratkaisun ja lopulta pääsemään ratkaisuun. Tarjoamalla apua useissa eri vaiheissa sovellus pyrkii lisäämään motivaatiota ja oppilaiden ymmärrystä ongelmasta. Eri vaiheissa oppilaat voivat saada lisävihjeitä kuvien, animaatioiden, videoiden jne. muodossa, joiden avulla he voivat edetä "labyrintissa" ja päästä sieltä ulos ratkaistun ongelman kanssa.

STEM Labyrinth -sovellus koostuu tosielämän ongelmista – jokapäiväisistä tilanteista, jotka voidaan ratkaista matematiikan ja luonnontieteiden tietojen ja taitojen avulla teknologian tukemana. *STEM Labyrinth* -menetelmässä annetaan vihjeitä, piilotettuja kaavoja, määritelmiä ja piirroksia, mutta ei vastauksia. Sovelluksen tarkoituksena ei ole antaa vastauksia, vaan saada oppilaat ajattelemaan ja oppimaan samalla. Oleellista on yleisimpien



operaatioiden ja suhteiden oppiminen ja niiden käyttäminen jokapäiväisessä elämässä. Sovellus tarjoaa vihjeitä ja polkuja määriteltyjen ongelmien ratkaisemiseen sekä askel askeleelta etenevän lähestymistavan, joka kiinnittää oppilaiden huomion ja innostaa heitä innostumaan STEM-aineista. Kun käyttäjä lataa sovelluksen, hän voi valita erityyppisten luokkien välillä: Ympäristöongelmat, Terveys ja lääketiede, Kaupunki-infrastruktuuri, Taloudellinen aurinkoenergia, Puhtaan veden saatavuus jne.

3. STEM Labyrinth -sovelluksen menetelmää koskevat ohjeet

Tuloksena on mobiilisovelluksen käyttöä koskevien ohjeiden luominen opettajille/kouluttajille/STEM-vastaaville, jotka käyttävät tätä erityistä opetusmenetelmää luokkahuoneessaan opetussuunnitelman mukaisena tai opetussuunnitelman ulkopuolisena toimintana. Ohjeissa esitellään mobiilisovelluksen tavoitteet ja päämäärät, STEM Labyrinth -menetelmä, jonka avulla päästään ratkaisemaan siinä olevia tosielämän ongelmia, oppituntisuunnitelmia sekä hyödyllisiä linkkejä, resursseja ja selityksiä eri tieto- ja viestintätekniikan ja OER-työkalujen käytöstä. Näissä ohjeissa käsitellään kaikkia tarvittavia peruselementtejä ongelmanratkaisumenetelmän laatimiseksi, ja niillä pyritään luomaan silta teorian ja käytännön välille. Niiden päätavoitteena on kuvata mobiilisovelluksessa käytettyä STEM Labyrinth -menetelmää ja tärkeimpiä vaiheita, jotka on toteutettava, jotta voidaan valmistella koulutuskursseja ja -toimia, jotka ovat yhteensopivia koulujen koulutusprosessien ja STEM-koulutusta koskevien vaatimusten kanssa, ja lisäksi sitä, miten menetelmää voidaan soveltaa koulujen, yhteisön ja päättäjien välisiä yhteyksiä kehittäviin toimiin.

4. STEM Labyrinth -menetelmän koulutuskurssi

Kurssi on suunniteltu 3-5 päivän mittaiseksi koulutukseksi. Se on suunnattu opettajille, opettajien kouluttajille ja koulujen johtajille.

Tärkeimmät oppimistulokset ovat:

- Menetelmien ymmärtäminen
- Sovelluksen toiminnan ja käyttöohjeiden ymmärtäminen.
- Opitaan, miten matematiikan, kemian, fysiikan ja biologian kaltaisista oppiaineista tehdään oppilaille helpommin lähestyttäviä ja kiinnostavampia STEM Labyrinth -menetelmän avulla ja miten oppilaita voidaan motivoida ongelmanratkaisuun ja luovaan ajatteluun.
- Oppimissuunnitelmien kehittäminen (reaalimaailman ongelmaskenaariot) koululaisille.

STEM Labyrinth -hankkeen tavoitteet ovat seuraavat:

- antaa nuorille ja opiskelijoille mahdollisuus toimia ongelmanratkaisijoina ja innovatiivisina ajattelijoina tieteen ja teknologian avulla.



- mahdollistaa ja motivoida oppilaita oppimaan STEM-aineita uppoutumalla interaktiivisiin sovelluksiin.
- ottaa käyttöön uusia opetusmenetelmiä ja -materiaaleja, jotka edistävät STEM-opetusta.
- toteuttaa asteittaista opetussuunnitelmien kehittämistä
- tarjota opettajille koulutusta, jotta sisällön välittämistä voidaan parantaa
- kehittää kurssisuunnitelmia ja opettajien STEM-koulutuskursseja.

1.3 Ohjeiden tarkoitus

Ohjeiden päätarkoituksena on antaa parempi käsitys STEM Labyrinth -menetelmästä, jota käytetään mobiilisovelluksessa, ja ehdottaa aktiviteetteja, jotka ovat yhteensopivia koulujen opetusprosessien ja STEM-opetuksen vaatimusten kanssa. Lisäksi siinä käsitellään sitä, miten menetelmää voidaan soveltaa koulujen, yhteisön ja poliittisten päättäjien välisiä yhteyksiä kehittäviin toimiin.

Tämän tuloksen innovatiivisuus on sen suhde edelliseen tuotokseen, ja siinä korostetaan tämän tuotoksen avulla kehitettäviä taitoja ja valmiuksia.

Tämä tuotos tuo innovatiivisen STEM Labyrinth -menetelmän lähemmäksi opettajia, STEM-kouluttajia ja asiaankuuluvia instituutioita. Se auttaa kaikkia opettajia (ei välttämättä STEM-taustaisia opettajia) hyödyntämään mobiilisovellusta parhaalla mahdollisella tavalla oppilaiden ja omaksi hyödykseen.

Näihin ohjeisiin sisältyy ohjeita, jotka koskevat:

- (1) miten STEM Labyrinth -menetelmää ja mobiilisovellusta voidaan käyttää opetuksessa.
- (2) miten opettaja voi luoda omia opetussuunnitelmaskenaarioitaan STEM Labyrinth Method -menetelmän ja muiden resurssien pohjalta omien tarpeidensa ja oppilaiden tarpeiden mukaan.
- (3) miten opettaja voi motivoida ja innostaa oppilaita ongelmanratkaisijoiksi ja luoviksi ajattelijoiksi.
- (4) koulujen rehtorit ja poliittiset päättäjät mukauttavat STEM-koulutusta koskevia toimintasuunnitelmia.
- (5) maiden opetushallitusten on luotava tukeva valtiopoliittinen kehys, joka on keskeinen perusta onnistuneelle STEM-koulutuksen uudelleensuunnittelulle.





1.4 Ohjeiden lyhyt sisältö

Ohjeet on jäsennetty osiin, jotka kaikki kattavat eri sisältöjä STEM-opettajille, jotka ovat motivoituneita käyttämään innovatiivisia lähestymistapoja opetuksessaan teknologian avulla. Näiden ohjeiden osiot ovat seuraavat:

Osa 1. Johdanto

Osa 2. Yhteenveto

Osa 3. STEM Labyrinth -sovelluksen metodologia

Osa 4. Miten STEM Labyrinth -sovellusta käytetään?

Osa 4.1. Mikä on mobiilisovelluksen sisältö ja miten sitä käytetään?

Osa 4.2. Miten STEM Labyrinth -menetelmää ja mobiilisovellusta voidaan käyttää opetus- ja oppimisprosessissa.

Osa 4.3. Ideoita sovelluksen sisällön löytämiseksi/hyödyntämiseksi/muokkaamiseksi/laajentamiseksi oppilaiden ja opettajien tarpeiden mukaan aiheen käsittelyssä.

Osa 4.4. Miten opettaja voi luoda omia ongelmaskenaarioitaan STEM Labyrinth -menetelmän ja muiden resurssien pohjalta omien ja oppilaiden tarpeidensa mukaan.

Osa 4.5. Oppituntisuunnitelmien laatiminen tiettyjä aiheita varten mobiilisovellusta hyödyntäen.

Osa 4.6. Mobiilisovelluksen eri ongelmaluokkien analyysi, jossa kuvataan vaiheittain joitakin esimerkkejä mobiilisovelluksesta.

Osa 5. Mobiilisovelluksen pilottitestaus

Osa 5.1. STEM Labyrinth -ongelmien arviointilomake

Osa 5.2. Arviointilomake opiskelijoiden kanssa tehdyistä pilottitesteistä

Osa 5.3. Raportti kumppanioppilaitoksissa järjestetystä mobiilisovelluksen pilottitestauksesta.

Osa 6. Opiskelijoiden tietojen ja taitojen arviointi ongelmanratkaisustrategioiden ja mobiilisovelluksen avulla.

Osa 7. Miten opettaja voi motivoida ja innostaa oppilaita ongelmanratkaisijoiksi ja luoviksi ajattelijoiksi?

Osa 8. STEM-opettajien identiteetin kehittäminen kehittyvissä STEM-kouluissa

Osa 9. Koulujen rehtorit ja oppilaitosyhteisö mukauttamassa STEM-koulutusta koskevaa toimintasuunnitelmaa.

Osa 10. Valtioiden opetushallitukset voivat luoda tukevat poliittiset puitteet, jotka ovat keskeinen perusta STEM-koulutuksen uudelleensuunnittelun onnistumiselle.

Osa 11. Koulujen, yhteisön ja poliittisten päättäjien välisten siteiden kehittäminen.



2. Tiivistelmä

2.1 Yhteenveto IO3-tuotoksesta

Nyky aikaisten oppimisen edistäjien on oltava tietoisia muutoksista ja nykypäivän opiskelijoiden tarpeista. Yleisesti hyväksytään, että nykysukupolvilla on erilainen lähestymistapa opiskeluun ja että he ovat alttiita monien tekniikoiden jokapäiväiselle käytölle. Tässä yhteydessä tässä hankkeessa kehitettiin mobiilisovellus, joka tuo opiskeluprosessin lähemmäs heidän tiedonhankintamalliaan, ja sen odotetaan auttavan opiskelijoita ymmärtämään oppiainetta, jonka he kokevat oppimisprosessissaan haastavimmaksi.

Ohjeet STEM-kouluttajille on tarkoitettu peruskoulujen ja toisen asteen oppilaitosten opettajille/kouluttajille/STEM-hallinnoijille, jotka haluavat piristää opetustaan. Mobiilisovellusta, jossa on tämä erityinen opetusmenetelmä, voidaan käyttää STEM-luokassa tai koulun ulkopuolisena toimintana riippuen siitä, minkälaisessa koulussa sitä sovelletaan, opettajien mieltymyksistä tai oppilaiden ajasta ja halusta kokeilla. Siinä selitetään yksityiskohtaisesti, mitä STEM Labyrinth -menetelmä edustaa, mikä on sen ydin, miten lähestyä tosielämän ongelmia valmiiden tuntisuunnitelmien, hyödyllisten linkkien, resurssien ja selitysten avulla. Näissä ohjeissa käsitellään kaikkia tarvittavia peruselementtejä ongelmanratkaisumenetelmän laatimiseksi, ja niiden tarkoituksena on helpottaa opettajan käytäntöä.



Tässä käsikirjassa ja sen yhteydessä edelliseen tuotokseen korostetaan niitä taitoja ja valmiuksia, joita opettajien ja oppijoiden on kehitettävä sitä käyttämällä. Se tuo innovatiivisen STEM Labyrinth -menetelmän lähemmäksi opettajien, STEM-kouluttajien ja asianomaisten laitosten käyttöön.

2.2 Kohderyhmät ja odotetut vaikutukset

Opettajat, opiskelijat, STEM-kouluttajat, STEM-yhdistykset, koulut, korkeakoulu yhteisö, osavaltioiden opetuslautakunnat ja koulutusvirastot sekä poliittiset päättäjät voivat käyttää näitä ohjeita itsenäisesti täydentämällä nykyisiä koulutusohjelmia korkeatasoisella STEM-koulutuksella, joka on tarkoitettu kaikille opiskelijoille, ja edistämällä sekä valtion ja sen alueiden koulutuksellista että taloudellista terveyttä.

Opettajien on tarkoitus olla suoria hyödynsajia, jotka auttavat oppilaita saavuttamaan tavoitteet ja samalla kehittävät ilmapiiriä kriittisen ajattelun ja innovoinnin edistämiseksi. Sen avulla heillä on mahdollisuus kehittyä ammatillisesti ja panna täytäntöön innovatiivisia käytäntöjä koulutuksessa, herättää oppilaiden kiinnostus ongelmanratkaisun kautta ehdotettua tietämystä kohtaan, työssä oppimisen muodoilla todellisissa tilanteissa; kehittää itseohjautuvuuden taitoja ja kouluttaa oppilaita luottamaan itseensä, osoittamaan aloitteellisuutta, joustavuutta ja henkistä ketteryttä sekä muutoshalukkuutta; lisätä oppilaiden ja henkilöstön tietoisuutta STEM-koulutuksesta. Opiskelijat hyötyvät käytännönläheisistä, reaali maailman oppitunneista ja johtamismahdollisuuksista sekä tutustuvat STEM-aineisiin liittyviin uriin. Koulujen hyöty liittyy opetussuunnitelmataukeen, monialaisten tiimien rakentamiseen ja yhteisön osallistumiseen.

Lisäksi yhteisöt hyötyisivät keskeisten sidosryhmien välille perustetuista kumppanuuksista. Ehkä tärkein seuraus siitä, että opiskelijat työskentelevät todellisten ongelmien parissa, on se, että he alkavat kehittää empatiaa, tunnetta siitä, että on olemassa jotain, johon heidän kannattaa omistautua itsensä ulkopuolella. Meidän on kasvatettava osaavaa ja eettistä työvoimaa, jotta voimme ratkaista uhkaavia ongelmia.

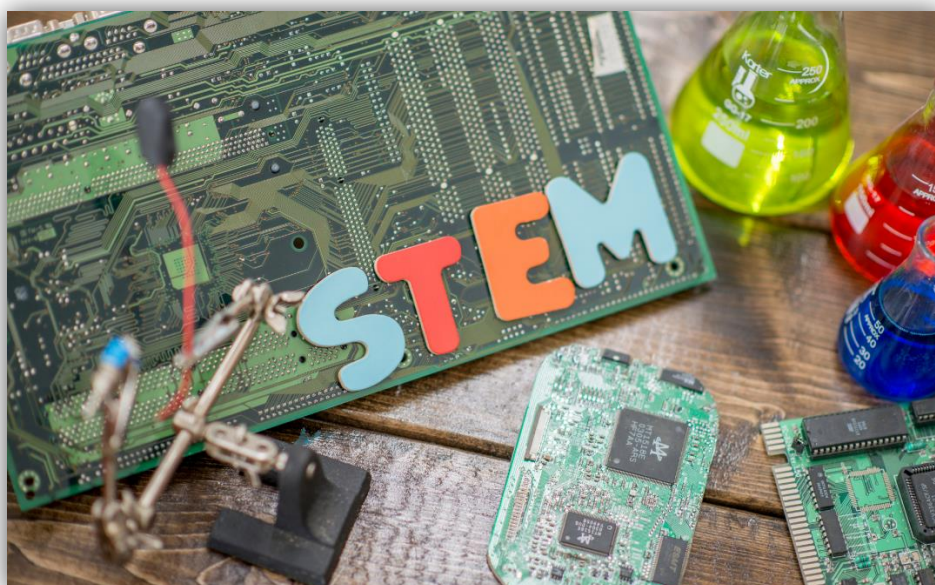
2.3 Ongelmien ja ohjeiden suunnitteluun osallistuneet kumppanit

Tämän tuotoksen johtajalla, Association AMETA:lla, oli päävastuu toiminnan koordinoinnista, viestinnän luomisesta ja tehtävien jakamisesta muille mukana olleille organisaatioille. He ovat myös laatineet arviointilomakkeet, joilla määritetään, missä määrin tuotos on toteutunut, ja määritellään haitat, jotta voimme tehdä parannuksia. Näitä ohjeita ovat kehittäneet suurelta osin opettajat/tutkijat, jotka ovat osallistuneet STEM Labyrinth -sovelluksen sisältöön tai ongelmien suunnitteluun.

Kaikki yhteistyökumppanit osallistuivat ohjeiden aineiston kehittämiseen. Erityistehtävät jaettiin kumppaneiden asiantuntemuksen mukaan. Learnmera vastasi käyttöliittymän suunnittelusta, koulujen ulkopuoliset yhteistyökumppanit vastasivat ohjeiden menetelmien ja opetussuunnitelman laatimisesta ja tukevan valtion poliittisen kehyksen luomisesta, joka on keskeinen perusta onnistuneelle STEM-koulutuksen uudelleensuunnittelulle. Kumppanuuskoulut toimittivat materiaalia



siitä, miten STEM Labyrinth -menetelmää ja mobiilisovellusta voidaan käyttää opetuksessa ja miten opettaja voi luoda omia oppituntejaan – suunnitella STEM Labyrinth -menetelmään perustuvia skenaarioita ja muita resursseja omien ja oppilaiden tarpeiden mukaan kuvaamalla "askel askeleelta" joitakin esimerkkejä mobiilisovelluksesta.



2.4 Ongelmien lukumäärä ja aine/aihe/alue

LIITE 1 Doukasin koulu Ongelmaluettelo

#	Taso	Oppiaineet, ala-aineet, ikäryhmät, vaikeusasteet	Otsikko	Nro etsintä.
D01	helppo	Tietotekniikka#Algoritmit#ohjelmointi#14-15	Tutustutaan algoritmeihin ja ohjelmointikieliin	12
D02	helppo	Matematiikka#Geometria#Algebra#Ympäristö#Algoritmit#14-15#16-17	Brysselin lentoasemalta Brysselin aukiolle ja päinvastoin	14
D03	medium	Matematiikka#Geometria#Algebra#Ympäristö#Algoritmit#14-15#16-17	Matkustaminen viiteen Euroopan kaupunkiin	7
D04	medium	Matematiikka#Informaatioteknologia#Geometria#Algebra#Ympäristö#14-15#16-17	A4-paperi jokapäiväisessä elämässämme	11

D05	medium	Matematiikka#Geometria#Algebra#Ympäristö#Algoritmit#14-15#16-17	Ympyrät ja kuusikulmiot digitaalisilla ja todellisilla pinnoilla	14
D06	medium	Matematiikka#Geometria#Algebra#Ympäristö#Algoritmit#14-15#16-17	Katsojen jakautuminen konserttialissa turvallisen sosiaalisen etäisyyden säännön mukaisesti	11
D07	medium	Fysiikka#Liike#Newtonin lait#Mekaniikka#16-17#18+	Pyöräilijän liike	9
D08	helppo	Fysiikka#Liike#Newtonin lait#Astronomia#16-17	Astronautin mittakaava	9
D09	medium	Fysiikka#Liike#Newtonin lait#Astronomia#16-17	Laskuvarjohyppääjän putoaminen -	7
D10	helppo	Fysiikka#Liike#Algebra#Ympäristö#14-15	Gepardit - sprintterit vs Antiloopit - juoksijat	7
D11	medium	Luonnontiede#matematiikka#Geometria#Algebra#Ympäristö#14-15	Eratosthenesin menetelmä maapallon ympärysmittan määrittämiseksi.	8
D12	helppo	Tiede#Matematiikka#Geometria#Algebra#Ympäristö#Astronomia#14-15	Muinaisesta "köydestä Maan ympäri" nykyaikaiseen "ISS:n kiertorataan"!	8
D13	medium	Tiede#fysiikka#matematiikka#geometria#ympäristö#astronomia#14-15#16-17	Voimmeko määritellä maapallon 12 pääplaneetan tiedot?	12
D14	helppo	Tietotekniikka#Algoritmit#ohjelmointi#liike#14-15	Robottipelin koodin tutkiminen	10
D15	helppo	Matematiikka#Algebra#Suhteet#Todennäköisyys#Kestävyys#14-15#16-17	Kahden yrityksen palkkojen keskiarvo, mediaani ja moodi.	10
D16	medium	Fysiikka#Liike#Newtonin lait#Astronomia#16-17	Newtonin tykinkuula	10
D17	medium	Fysiikka#Liike#Newtonin lait#Astronomia#16-17#18+	Tesla Roadster ja sen avaruusmatkustajat	8
D18	helppo	Tiede#Fysiikka#Geometria#Liike#Astronomia#14-15#16-17	Kuinka valo kulkee? Mitkä ovat sen ominaisuudet?	9
D19	helppo	Matematiikka#Geometria#Algebra#Trigonometria#14-15#16-17	Minkä muodon pinta-ala on suurin?	9
D20	medium	Tiede#biologia#ympäristö#genetiikka#14-15#16-17#18+	Mitkä ovat joitakin keskeisiä tosiasioita ihmisen evoluutiosta?	8

LIITE 2 Agios Georgios -lyseo Ongelmaluettelo

#	Taso	Oppiaineet, ala-aineet, ikäryhmät, vaikeusasteet	Otsikko	Nro etsintä.
G01	Kova	Matematiikka#Newtonin lait#Funktiot#16-17	Murha-ajan määrittäminen	6
G02	Medium	Matematiikka#Geometria#14-15	Puun korkeuden mittaaminen	7



G03	Helppo	Matematiikka#Trigonometria#14-15	Näyttämön valaistus näyttelijän kasvoilla	6
G04	Kova	Matematiikka#Algebra#16-17	Logaritmien käyttäminen Richterin asteikon mittaamiseen	7
G05	Medium	Matematiikka#Algebra#16-17	Aritmeettinen järjestys selvittää, miten rakentaa tukimuuri	5
G06	Helppo	Fysiikka#Liike#14-15	Matkustustariffi	6
G07	Medium	Fysiikka#Newtonin lait#16-17	Paino hississä	5
G08	Helppo	Matematiikka#Algebra#16-17	Geometrisen sekvenssi COVID-19-virustapausten laskennassa.	5
G09	Kova	Matematiikka#Geometria#Funktiot#16-17	Sillan suunnittelu	7
G10	Kova	Fysiikka#Newtonin lait#16-17	Planeetan painovoima	7
G11	Kova	Fysiikka#Liike#Newtonin lait#18+	Maailmanpyörällä ajaminen	7
G12	Helppo	Matematiikka#Suhteet#14-15	Lääketieteellinen matematiikka	6
G13	Helppo	Matematiikka#Trigonometria#14-15	Risteilyt	5
G14	Medium	Matematiikka#Algebra#14-15	Kukkapuutarha	7
G15	Medium	Fysiikka#mekaniikka#14-15	Lentopallon fysiikka	5
G16	Medium	Matematiikka#Geometria#14-15	Öljykalvokokeilu	6
G17	Medium	Fysiikka#Liike#16-17	Moottoriveneen liike	5
G18	Medium	Matematiikka#Geometria#16-17	Ydinvoiman jäähdytystorni	5
G19	Kova	Matematiikka#Geometria#16-17	Kuiskaavat galleriat	7
G20	Helppo	Matematiikka#Funktiot#14-15	Äänen voimakkuus	6

LIITE 3 Martna Prohikool Ongelmaluettelo

#	Taso	Oppiaineet, ala-aineet, ikäryhmät, vaikeusasteet	Otsikko	Nro etsintä.
M01	helppo	Fysiikka#Liike#14-15	Pattereiden koputtelu	5



M02	medium	Fysiikka#matematiikka#mekaniikka#14-15	Uiminen meressä	5
M03	helppo	Fysiikka#Astronomia#14-15	Jotka ovat valonlähteitä	7
M04	medium	Fysiikka#matematiikka#mekaniikka#14-15	Sähköpyörä vastaan auto	6
M05	medium	Fysiikka#Geometria#14-15	Lasien valitseminen	7
M06	medium	Matematiikka#Geometria#14-15	Matkalaukkujen valitseminen	11
M07	kova	Matematiikka#Funktiot#16-17	Kaarisilta Tartossa	12
M08	medium	Matematiikka#fysiikka#mekaniikka#14-15	Ruohonleikkuri	10
M09	helppo	Matematiikka#Geometria#14-15	Ilmanvaihtoputki	6
M10	helppo	Matematiikka#fysiikka#mekaniikka#14-15	Ajo Tonavan varrella	8
M11	medium	Kemia#orgaaniset yhdisteet#16-17	Elohopea elintarvikkeissamme	8
M12	medium	Biologia#Genetiikka#16-17	Adoptoitu lapsi	8
M13	medium	Kemia#pH#16-17	Onko se hapan, emäksinen vai neutraali?	12
M14	helppo	Tiede#Toiminnot#14-15	Ystävä toiselta aikavyöhykkeeltä	10
M15	kova	Biologia#orgaaniset yhdisteet#18+	Entsyyttöisen ruskistamisen salaisuudet	8
M16	helppo	Biologia#Virukset#16-17	Virusten biologia: ovatko virukset eläviä vai kuolleita?	14
M17	medium	Kemia#orgaaniset yhdisteet#16-17	Rauta elimistössämme	12
M18	medium	Kemia#orgaaniset yhdisteet#16-17	Tiede jäätelön takana	12
M19	kova	Kemia#orgaaniset yhdisteet#16-17	Kofeiinin salaisuudet	11
M20	medium	Tiede#ilmastonmuutos#14-15	Arktinen ja Etelämanner -vertailuja ja yhtäläisyyksiä	11

LIITE 4 AMETA Ongelmaluettelo

#	Taso	Oppiaineet, ala-aineet, ikäryhmät, vaikeusasteet	Otsikko	Nro etsintä.
A01	helppo	Matematiikka#Algebra#14-15	Meriveden suolapitoisuuden muuttaminen	8



A02	medium	Matematiikka#Algebra#14-15	Suuren tutkimushankkeen toteuttaminen	9
A03	kova	Matematiikka#Algebra#Funktiot#16-17	Vintin ikkuna	11
A04	medium	Tiede#ilmastonmuutos#ilmaston lämpeneminen#16-17	Punainen hälytys: ilmastokriisi	9
A05	medium	Tiede#Ympäristö#16-17	Ruoste ei koskaan nuku	10
A06	helppo	Tiede#Uusiutuva energia#18+	NET-ZERO BUSIT	7
A07	helppo	Matematiikka#Algebra#14-15	Esimerkkilaskelmat ruokavalioanalyysia varten	14
A08	medium	Matematiikka#Geometria#Uusiutuva energia#16-17	TALON AURINKOPANELOINTI	10
A09	medium	Matematiikka#Trigonometria#16-17	Trigonometria toiminnassa	8
A10	kova	Matematiikka#Geometria#16-17	Geometriaa, jota hunajamehiläiset käyttävät	12
A11	medium	Tiede#Uusiutuva energia#16-17	Uusiutuva energia	12
A12	helppo	Matematiikka#Algebra#14-15	Säästäminen uutta autoa varten	9
A13	medium	Matematiikka#Algebra#16-17	Henkilökohtainen rahoitussuunnitelma	7
A14	helppo	Fysiikka#Liike#16-17	Laske etäisyys	9
A15	kova	Fysiikka#Kinetiikka#18+	Mistä sinun pitäisi vähentää painoa?	10
A16	medium	Fysiikka#Kinetiikka#16-17	Tuulivoima	13
A17	helppo	Matematiikka#Ympäristö#14-15	Energialaskujen leikkaaminen energiatehokkuuden avulla	10
A18	medium	Matematiikka#Funktiot#16-17	Materiaalin käytön minimointi	8
A19	helppo	Matematiikka#Todennäköisyys#18+	Etsi todennäköisyys	10
A20	medium	Biologia#Bakteerien transformaatio#16-17	Bakteerien transformaatio	7

LIITE 5 *Enjoy Italy* Ongelmaluettelo



#	Taso	Oppiaineet, ala-aineet, ikäryhmät, vaikeusasteet	Otsikko	Nro etsintä.
E01	medium	Tiede#Ympäristö#ilmastonmuutos#16-17	Kestävän kehityksen tavoite 13: Kaasupäästöt	6
E02	helppo	Tiede#Ympäristö#14-15	Miten jäävuoret muodostuvat? Mikä on niiden dynamiikka?	7
E03	helppo	Fysiikka#Mekaniikka#Liike#14-15	Auton kiihtyvyys paikaltaan	4
E04	medium	Fysiikka#mekaniikka#liike#Newtonin lait#16-17	Pallo ylös	6
E05	medium	Fysiikka#mekaniikka#Newtonin lait#16-17	Bungee-hyppy	5
E06	helppo	Matematiikka#Geometria#14-15	Kuution ja sylinterin muodostaman kiinteän aineen tilavuus1	10
E07	helppo	Fysiikka#Liike#Newtonin lait#16-17	Francesco Tottin "lusikka"-rangaistus	5
E08	helppo	Fysiikka#Ympäristö#16-17	Hiihtäjä jäätyneellä järvellä	7
E09	medium	Fysiikka#Mekaniikka#Liike#Kinetiikka#Newtonin lait#16-17	Auton törmäys	6
E10	helppo	Matematiikka#Algebra#Todennäköisyys#14-15	Todennäköisyys joukkojen avulla	6
E11	helppo	Matematiikka#Geometria#14-15	Horisontin etäisyys	7
E12	helppo	Fysiikka#Astronomia#Newtonin lait#16-17	Hubble-avaruusteleskooppi	11
E13	helppo	Kemia#Hapettuminen#16-17	Viini muuttuu etikaksi	5
E14	helppo	Fysiikka#Liike#14-15	Koripalloilijan roikkumisaika hyppäämisen aikana	12
E15	helppo	Matematiikka#Todennäköisyys#16-17	Todennäköisyys valita tietty kortti korttipakasta ja saada kuninkaallinen suora pokerissa.	7

LIITE 6 ATLME Ongelmaluettelo



#	Taso	Oppiaineet, ala-aineet, ikäryhmät, vaikeusasteet	Otsikko	Nro etsintä.
AT1	helppo	Tietotekniikka#Salasanat#14-15	Miten tehdä hyvä salasana?	11
AT2	medium	Matematiikka#Algebra#Funktiot#16-17	Pakkausten optimointi	7
AT3	helppo	Kemia#Atomi#14-15	Atomin rakenne ja massa	7
AT4	medium	Fysiikka#Newtonin lait#16-17	Voimien vaikutus nopeuteen	7
AT5	medium	Matematiikka#Algebra#Funktiot#16-17	Paviljongin rakentaminen	6
AT6	helppo	Fysiikka#Kestävyys#16-17	Miten sähkö toimii	10
AT7	medium	Biologia#Tuotanto#Genetiikka#18+	Lapsettomuus	13
AT8	medium	Tiede#ilmastonmuutos#16-17	Kemialliset muunnokset	8
AT9	helppo	Tietotekniikka#ohjelmointi#HTML#14-15	Osaatko HTML:ää?	13
AT10	medium	Matematiikka#Geometria#14-15	Bom Jesus hissi	8
AT11	medium	Matematiikka#Algebra#Funktiot#16-17	Tuotannon ja kustannusten optimointi	6
AT12	helppo	Kemia#orgaaniset yhdisteet#16-17	Arkielämän orgaanisten yhdisteiden koulutus ja tunnistaminen	7
AT13	kova	Fysiikka#Astronomia#Newtonin lait#16-17	Miten painovoima toimii maassa ja muilla planeetoilla.	8





3.STEM Labyrinth - sovelluksen metodologia



3.1 Mikä on sovelluksen tarkoitus? Mitkä ovat mobiilisovelluksen keskeiset tavoitteet?

STEM-oppimisessa on pitkälti kyse luovien ratkaisujen suunnittelusta reaalimaailman ongelmiin. Kun oppilaat oppivat autenttisen, ongelmalähtöisen STEM-suunnittelun yhteydessä, he näkevät selvemmin oppimisensa todellisen vaikutuksen. Tällainen autenttisuus lisää sitoutumista ja vie oppilaat "Milloin minä ikinä käytän tätä?" -huokailusta aitoon yhteyteen taitojen ja sovellusten välillä. Tässä tuotoksessa kehitetään mobiilisovellus, joka on virtuaalinen simulaattori todellisista ongelmista ja jossa oppijoita pyydetään ratkaisemaan todellisia ongelmia ja hankkimaan näin tietoa ongelmanratkaisun avulla.

Monissa arkipäivän tilanteissa ja ongelmissa tarvitaan ongelmanratkaisutaitoja, korkean tason ajattelustrategioita ja luovuutta. Näin ollen STEM Labyrinth -sovellus asettaa oppijat tosielämän tilanteeseen ja kannustaa heitä ratkaisemaan ongelmia ja pääsemään ratkaisuun. Tarjoamalla apua useissa eri vaiheissa sovellus pyrkii lisäämään motivaatiota ja oppilaiden ymmärrystä ongelmasta. Eri vaiheissa oppilaat voivat saada lisävihjeitä kuvien, linkkien, kaavojen, animaatioiden, videoiden jne. muodossa, joiden avulla he voivat edetä "labyrintissa" ja löytää tiensä ulos ratkaistun ongelman kanssa. STEM Labyrinth -sovellus koostuu tosielämän ongelmista – jokapäiväisistä tilanteista, jotka voidaan ratkaista matematiikan ja luonnontieteiden tietojen ja taitojen avulla teknologian avulla. STEM Labyrinth -menetelmässä annetaan vihjeitä, piilotettuja kaavoja, määritelmiä ja piirroksia, mutta ei vastauksia. Sovelluksen tarkoituksena ei ole antaa vastauksia, vaan saada heidät ajattelemaan ja oppimaan samalla. Kyse on ongelmanratkaisusta, päätöksenteosta ja syy-seuraussuhteiden ymmärtämisestä. Mahdollistaa käytännönläheisen, vuorovaikutteisen oppimisen, edistää tieteellistä ajattelua asettamalla oppilaat tilanteeseen, jossa heidän on muodostettava, testattava ja tarkistettava strategioita – erityisesti strategioita, joita he kehittävät oppiakseen ja hallitakseen pelin säännöt.

3.2 Keitä ovat kohdekäyttäjät ja mitä ovat heidän tarpeensa?

STEM Labyrinth -mobiilisovelluksen odotetaan vaikuttavan laajaan yleisöön, erityisesti nuoriin, joiden on kehitettävä 21. vuosisadan taitoja, kuten digitaalisia taitoja, kriittistä ajattelua, ongelmanratkaisua, innovatiivista ja analyttistä ajattelua, jotta he voivat kehittyä urallaan ja kulkea nopeasti muuttuvassa maailmassa. Mobiilisovelluksen käytöstä hyötyisivät paitsi opettajat ja opiskelijat myös korkeakoulututkinnon suorittaneet, yliopisto-opiskelijat ja kaikki asiasta kiinnostuneet henkilöt missä tahansa koulutusympäristössä. Se rohkaisee uteliaisuutta ja itseluottamusta, yhdistää luokkakokemukset reaalimaailman käsitteisiin ja valmistaa nykypäivän opiskelijoita tulevaisuuden ammatteihin. Mobiilisovellus auttaa oppilaita myös kehittämään ja soveltamaan luonnontieteiden, teknologian, tekniikan ja matematiikan käsitteellistä ymmärrystä ratkaisemalla todellisia ongelmia ja suunnittelemalla ratkaisuja uusiin ongelmiin.

3.3 Miten lähestyä ongelman suunnittelua?



STEM Labyrinth -sovellus luo oppilaille mullistavan opetuskokemuksen muuttamalla perinteisen luokkahuoneen vuorovaikutteisemmaksi, kiinnostavammaksi ja motivoivammaksi. Labyrinttiin sijoitetut oppilaat, jotka seuraavat polkua vihjeiden ja kysymysten avulla, kehittävät ja osoittavat tietoja, taitoja, luovuutta, ajattelustrategioita ja rakentavuutta. *STEM Labyrinth* -sovellus koostuu tosielämän ongelmista, jotka noudattavat kumppanuuden määrittelemää ja kehittämää mallia sovelluksen vaatimusten mukaisesti.

STEM-ongelmat on luokiteltu vaikeustasoihin (helppo, keskivaikea ja vaikea).

STEM Labyrinth -ongelmien kriteerit:

- ✓ Käsittelee todellista ongelmaa
- ✓ Auttaa oppilaita soveltamaan matematiikkaa ja luonnontieteitä autenttisen, projektipohjaisen tai käytännönläheisen oppimisen avulla.
- ✓ Sisältää teknologian käytön (tai luomisen).
- ✓ Ottaa oppilaat mukaan teknisen suunnitteluprosessin käyttämiseen
- ✓ Innostaa oppilaita työskentelemään yhteistyöryhmissä
- ✓ Vahvistaa asiaankuuluvia matematiikan ja luonnontieteiden standardeja
- ✓ Mahdollistaa digitaalisten taitojen, ongelmanratkaisutaitojen, kriittisen ja analyyttisen ajattelun sekä innovatiivisten strategioiden kehittämisen.





4. Miten STEM Labyrinth - sovellusta käytetään?



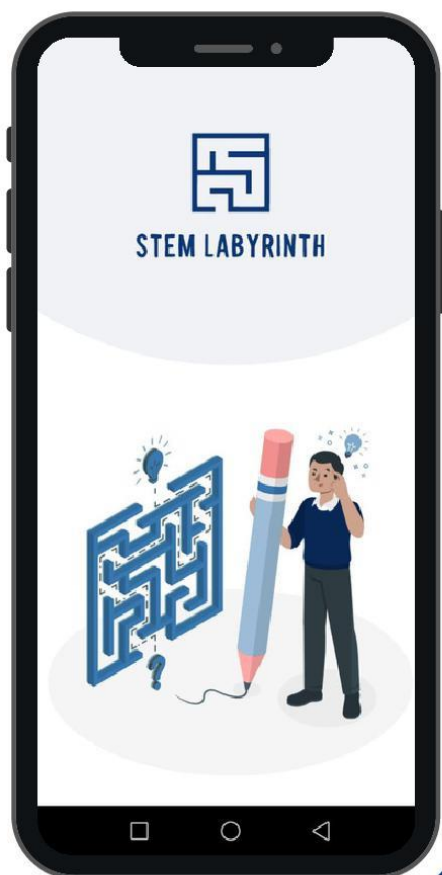
4.1 Mikä on mobiilisovelluksen sisältö ja miten sitä käytetään?





STEM LABYRINTH

APP USER GUIDE



Welcome to the User Guide of the 'StemLabyrinth' App!

This App is a virtual simulator of real-life problems helping Students to gain knowledge through problem solving. It will challenge them with the goal of them gaining problem solving skills for their future lives. Through providing clues at certain stages, as well as a step-to-step approach, the app intends to increase motivation and the students' understanding of the problem.



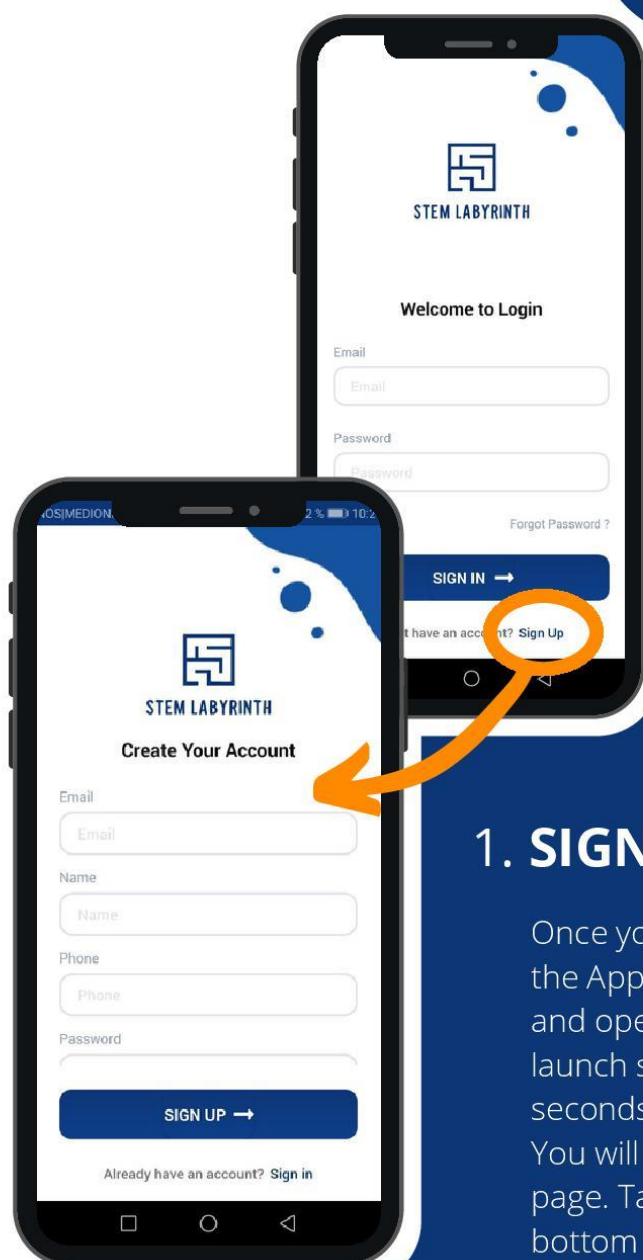
Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union





STEM LABYRINTH

APP USER GUIDE



1. SIGN UP & LOG IN

Once you have downloaded the App from your App Store and opened it, you will see the launch screen for a couple of seconds.

You will land on the Login page. Tap on 'Sign up' on the bottom to create your own account.



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union





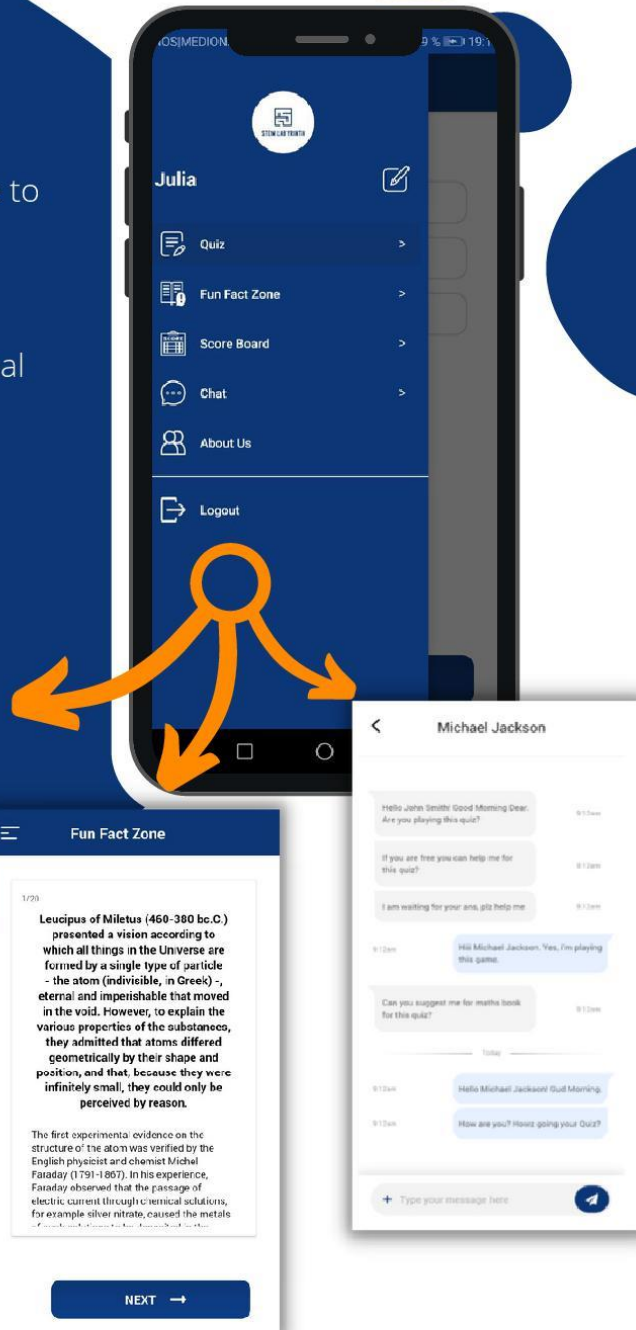
STEM LABYRINTH

APP USER GUIDE

2. THE MENU

From here you will be able to access:

- The main **QUIZ** page
- scientific **FUN FACTS**
- insight on your personal **SCORES**
- a **CHAT** platform for students to discuss problems with fellow students



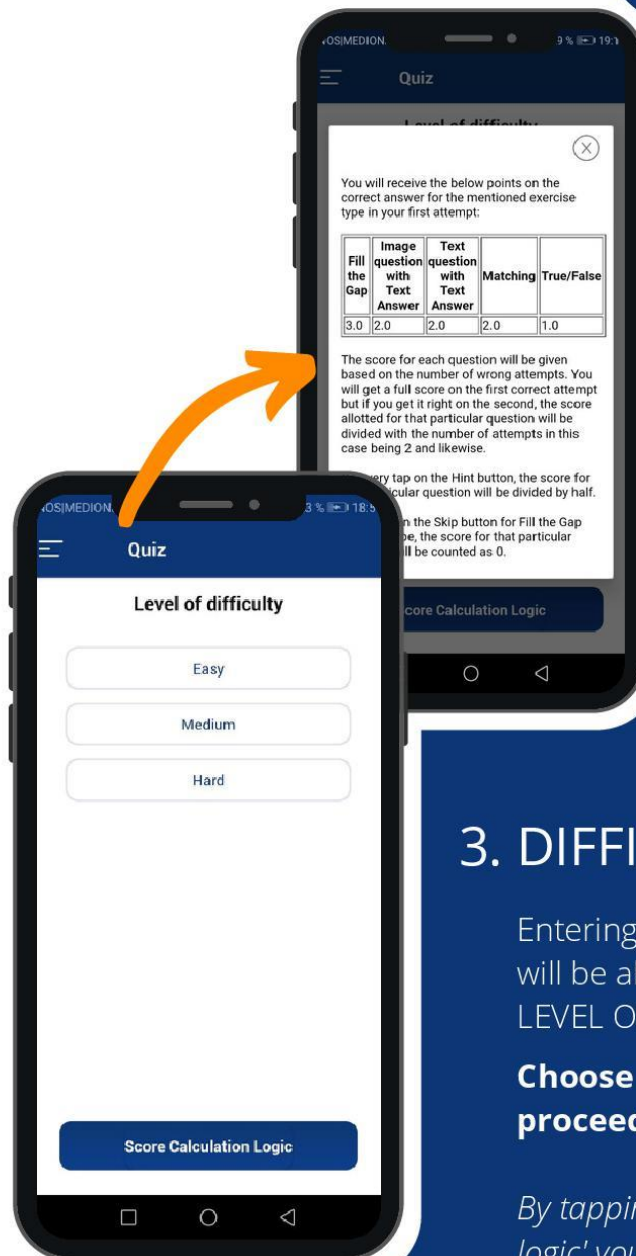
Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union





STEM LABYRINTH

APP USER GUIDE



3. DIFFICULTY LEVELS

Entering the Quiz Mode, you will be able to choose your LEVEL OF DIFFICULTY.

Choose and press NEXT to proceed.

By tapping 'score calculation logic' you can get insight on how the scoring algorithm is set up.



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union





STEM LABYRINTH

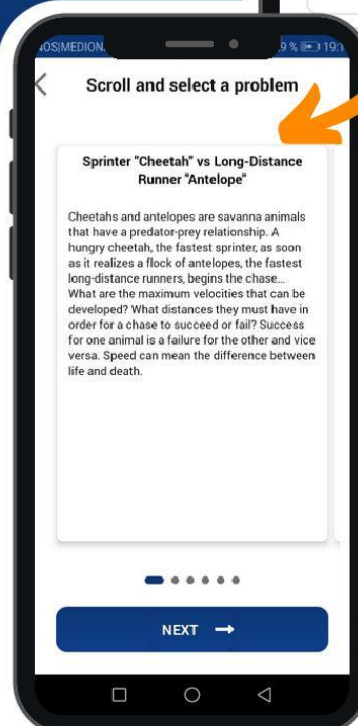
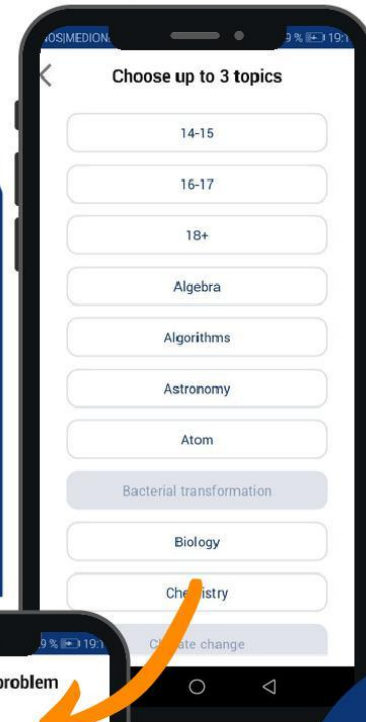
APP USER GUIDE

4. THE CATEGORIES

You will see a list of all the topics available. You are able to select up to 3 topics.

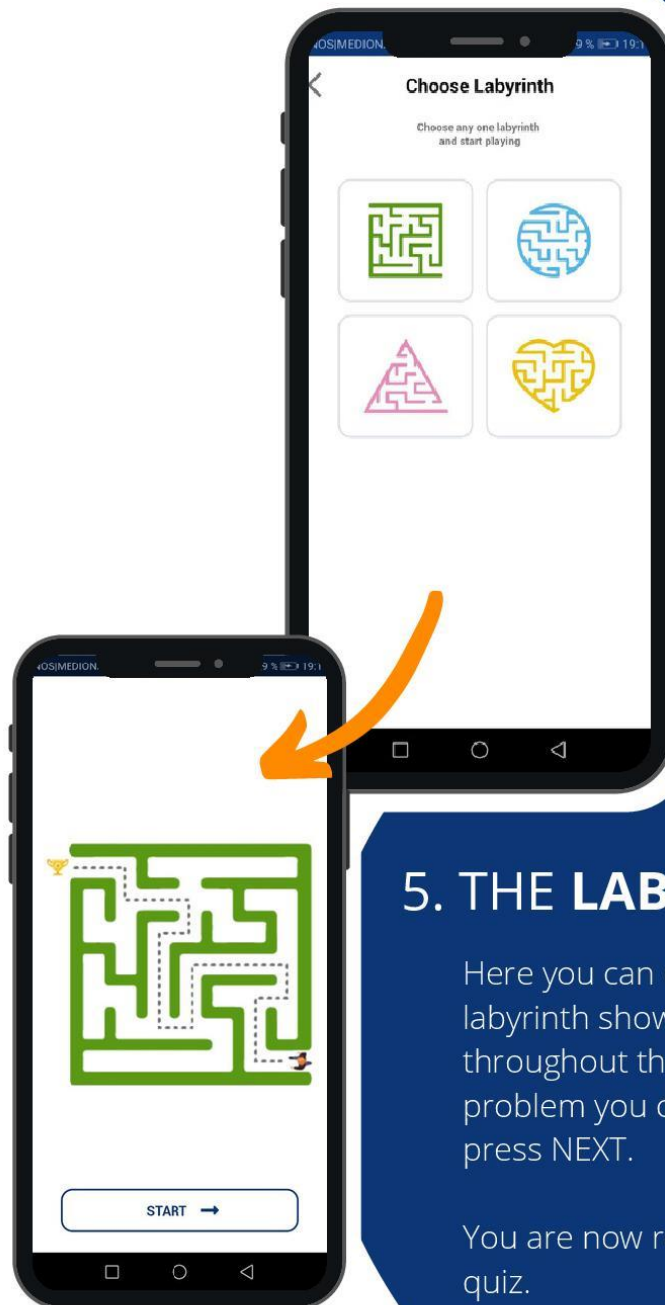
The quizzes matching these keywords will show after tapping NEXT.

You can swipe through them and read a short introduction to each of its topics. Select the quiz you want to take and press NEXT.



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union





5. THE LABYRINTH

Here you can choose the layout of the labyrinth showing your progress throughout the process of solving the problem you chose. To continue press NEXT.

You are now ready to START your quiz.



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



STEM LABYRINTH

APP USER GUIDE

6. SUPPORT TOOLS

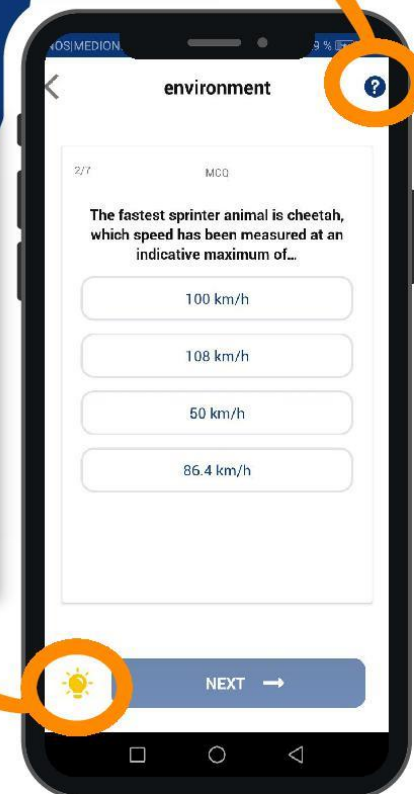
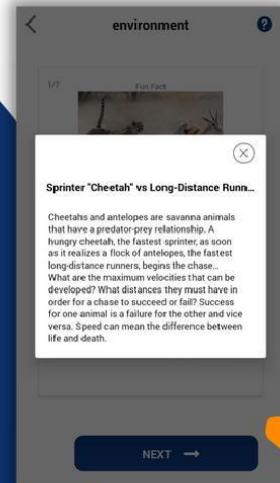
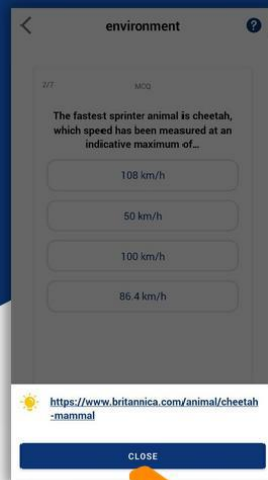
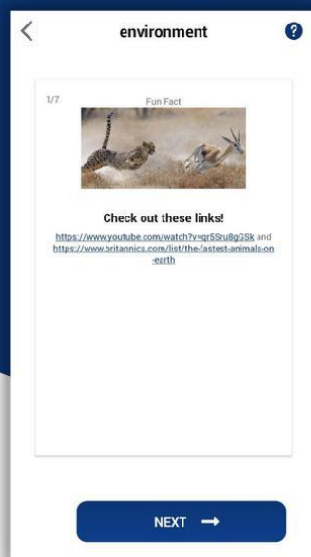


Click on this symbol to revisit the content of your chosen problem



Click here to get a HINT that will help you finding the solution

Sometimes also a FUN FACT will appear throughout the quiz



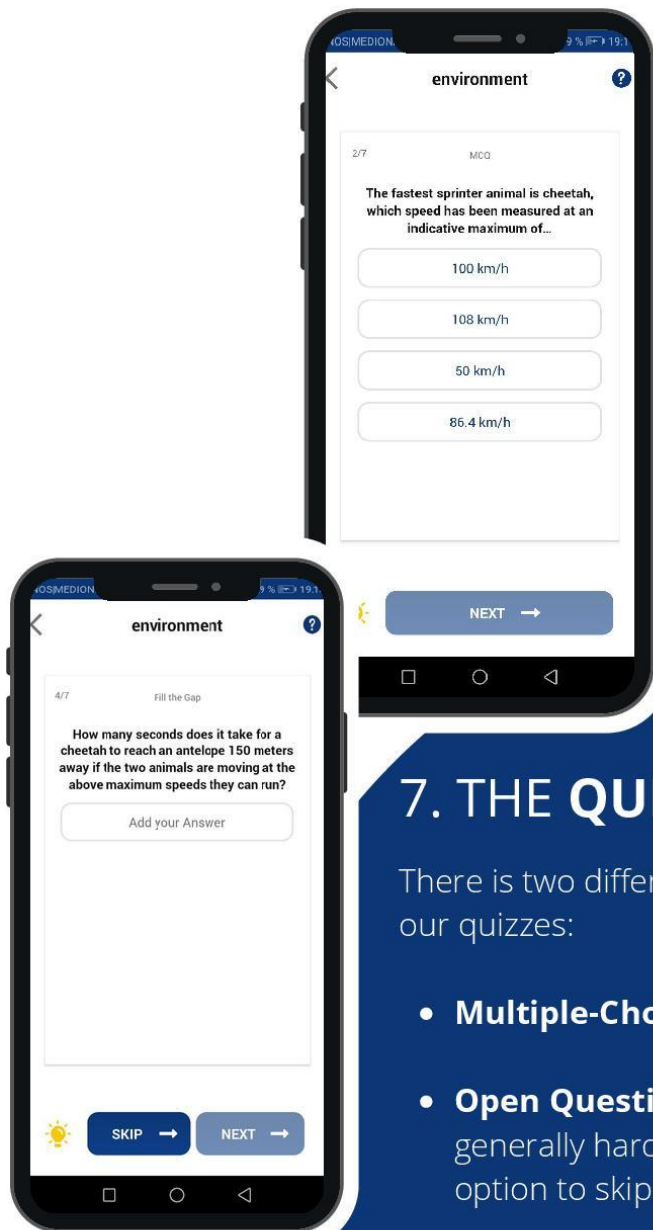
Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union





STEM LABYRINTH

APP USER GUIDE



7. THE QUESTIONS

There are two different types of questions in our quizzes:

- **Multiple-Choice-Questions**
- **Open Questions** - as these are generally harder to answer, there is the option to skip them.

TIP: Have a notebook at hand to keep track of your solutions, as sometimes you need them for further questions.



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



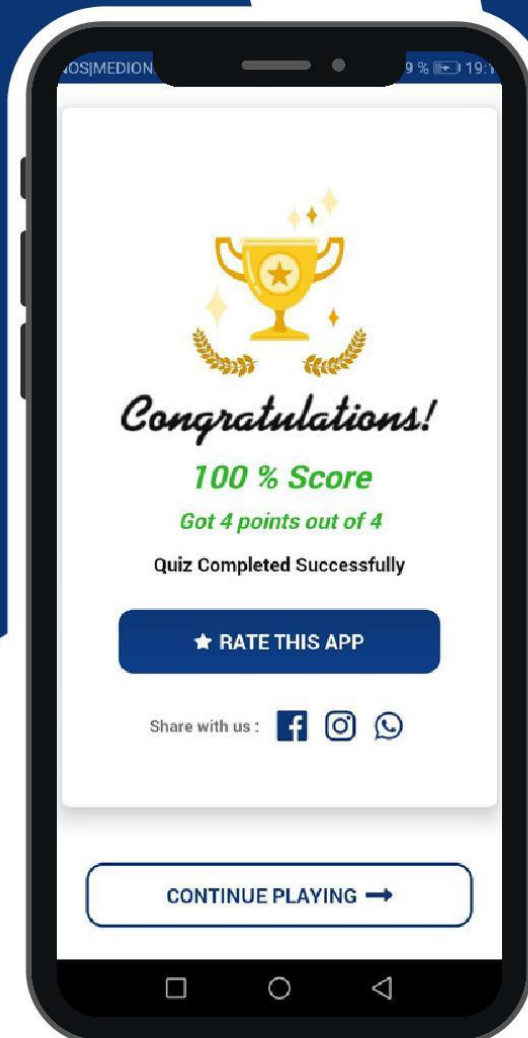


STEM LABYRINTH

APP USER GUIDE

8. FINAL STEPS

Once you have finished the quiz, you can view your score and students will also be able to share it with former students via social media.



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union





STEM LABYRINTH

APP USER GUIDE

HAPPY LEARNING!

more info about the project:



@STEMlabyrinth



<https://stemlabyrinth.com/>

The project is financed by Erasmus+ KA2:
2020-1-PT01-KA201-078645



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



4.2. Miten *STEM Labyrinth* -menetelmää ja sen mobiilisovellusta voidaan käyttää opetus- ja oppimisprosessissa

Nykyaikainen tietoyhteiskunta on tuonut mukanaan jatkuvan ja valtavan tietomäärän, jossa on yhä vaikeampi orientoitua. Tiedon runsaus johtaa tiedon pirstaloitumiseen. Siksi kokonaisvaltaisen näkömyksen luominen tiedosta tulee tärkeäksi. Tiedon integrointi on tärkeä kysymys sekä tiedon erikoistumisen ja räjähdysmäisen kasvun että nopeasti kehittyvän teknologian yhteiskunnallisten vaikutusten kannalta (Taba, 1962: 189). Erikoistunut tieteellinen tieto, joka päättyy ammattiin, oppiaineeseen tai tieteenalaan, ei riitä yksilön orientoitumiseen maailman monimutkaisuudessa kasvatuksen näkökulmasta (Gustavsson, 2000: 80). Nykyään ei riitä, että opitaan tiettyjä asioita, vaan tarvitaan kykyä nähdä kehitystä ja sen vaihtoehtoja, kykyä hahmottaa ja ratkaista ongelmia, kykyä tehdä valintoja ja tehdä päätöksiä.

J. Deweyn, yhden 1900-luvun progressiivisuuden perustajista, mukaan todellinen oppiminen perustuu kykyyn ratkaista tosielämään liittyviä ongelmia (Krull, 2001: 379). Tiedon ja kasvatuksen edellytyksenä pidetään ihmisen aktiivisuutta tai toisin sanoen tieto on luonnostaan aktiivista (Gustavsson, 2000:18). J. Deweylle oppiminen oli kollektiivinen prosessi, koska kaikki inhimillinen kokemus on sosiaalista ja edellyttää kommunikaatiota ja keskustelua (Hytönen, 1999: 19).

Opiskelija on aktiivinen oppimisprosessin osanottaja, joka kykenee osallistumaan oppimisensa tarkoituksen selvittämiseen, opiskelemaan itsenäisesti tai yhdessä, oppimaan arvioimaan vertaisiaan sekä analysoimaan ja hallitsemaan oppimisprosessiaan. Koulutuksen suunnittelussa ja toteutuksessa käytetään tietoja ja taitoja muun muassa todellisessa tilanteessa, tehdään tutkimusta ja luodaan yhteyksiä eri alojen koulun ulkopuoliseen elämään, luodaan mahdollisuuksia oppimiseen ja selviytymiseen erilaisissa sosiaalisissa suhteissa, käytetään aktiivisen oppimisen menetelmiä.

Nuorten oppijoiden huomion herättäminen perinteisillä oppimismenetelmillä on yhä vaikeampaa. Sosiaalinen media ja pelit ovat monipuolisen sisältönsä ja nopean palautteensa ansiosta paljon perinteistä oppimista kiinnostavampia.

Pelipohjaista oppimismenetelmää voidaan käyttää yhtenä tapana sitouttaa oppijat nykyaikana tehokkaammin. Tämä lisää oppilaan kiinnostusta oppiaineen sisältöä ja oppimistehtäviä kohtaan, lisää kunkin oppilaan oppimismotivaatiota ja antaa nopeaa palautetta. Pelipohjaista oppimista voidaan vaihdella ja se tarjoaa valinnanvapautta sekä opettajalle että oppilaalle, tukee pelaajien sisäistä motivaatiota, tarjoaa haasteita, on visuaaliselta ulkoasultaan mukaansatempaava, yhteensopiva ja tarjoaa kattavaa sisältöä.

STEM Labyrinth -menetelmä ja mobiilisovellus tarjoavat oppilaille ja opettajille mahdollisuuden yhdistää tiedot ja taidot ongelmien ratkaisemiseksi erilaisissa tosielämän tilanteissa. Opiskelijoiden on yhdistettävä opintojensa aikana hankkimansa teoreettiset tiedot taitoihin, joita he tarvitsevat tosielämässä tehtäviensä ratkaisemiseksi. Kaiken lisäksi kyseessä on pelipohjainen henkilökohtainen oppimismahdollisuus, jota voidaan pitää lähestymistapana, jonka kannalta jokainen oppija on tärkeä. Oppimismahdollisuudet ovat yhtäläiset kaikille riippumatta oppimistaidoista tai oppimismotivaatiosta. Oppilaat voivat valita eri oppiaineiden ongelmatehtävien välillä vaikeustason perusteella: helppo, keskivaikea, vaikea.

Yhteenvetona voidaan todeta, että opiskelijalle koituvat hyödyt STEM Labyrinth -menetelmän ja mobiilisovelluksen käytöstä oppimisprosessin aktiivisena osallistujana voidaan kuvata seuraavasti:



- **kehittää taitoja ratkaista tosielämän ongelmia;**

Jokapäiväisessä elämässä ihmiset joutuvat ratkaisemaan erilaisia ongelmia, jotka voivat olla joko yksinkertaisempia tai monimutkaisempia, ennakoitavampia tai odottamattomampia. Kaikki ongelmat tarvitsevat ratkaisun ja ratkaisuprosessin. Kyky ratkaista ongelmia on itse asiassa kyky tehdä päätöksiä.

Esimerkkejä sovelluksessa ratkaistavista ongelmista:

¹Mike kävi äskettäin optikolla. Hänelle suositeltiin voimakkaasti silmälasien käyttöä, koska hänen kykynsä nähdä kauempana olevia esineitä oli heikentynyt. Kyvyttömyyttä nähdä kauemmas kutsutaan myös likinäköisyydeksi tai myopiaksi.

²Kate ja Laura suunnittelevat matkaa Englantiin. He tietävät, että Englannissa sataa usein, ja siksi heidän on otettava mukaan sateenvarjo. Katen sateenvarjo on 70 cm pitkä ja Lauran 75 cm. Sateenvarjoja ei voi sulkea. Tytöt ovat kaupassa ostamassa sopivia matkalaukkuja, mutta heillä ei ole sateenvarjoja mukana kaupassa. Heillä on valittavana kolme matkalaukkuja: A) musta, jonka mitat ovat 55 cm x 40 cm x 20 cm; B) punainen, jonka mitat ovat 67 cm x 46 cm x 25 cm; C) sininen, jonka mitat ovat 53 cm x 36 cm x 20 cm.

³Sarah on leipomassa omenapiirakkaa, ja siksi hän viipaloi omenoita. Hetken kuluttua viipaleet muuttuivat ruskeiksi. Sarah tietää, että tätä prosessia kutsutaan entsyymaattiseksi ruskistumiseksi, ja se tapahtuu hapen, polyfenolioksidaasi (PPO) -nimisen entsyymin, jota esiintyy omenasolujen kloroplastissa ja polyfenoleissa. Normaalisti omenan PPO ja polyfenolit eivät koskaan kosketa toisiaan. Siksi juuri leikatut omenat eivät ole ruskeita. Mutta kun leikkaat omenan, aiheutat soluvaurioita. Ja soluvaurio tuo PPO:n ja polyfenolit yhteen. Leikkaaminen tai pureminen altistaa omenan solut myös ilmalle, mikä käynnistää hapettumisreaktion, joka aiheuttaa entsyymaattisen ruskettumisen.

⁴Helen asuu Lontoossa, Isossa-Britanniassa, ja hänen paras ystävänsä Sarah asuu Torontossa, Kanadassa. Tämän vuoksi heidän välinen kommunikointinsa on hankalaa. Miksi näin on? Molemmat puhuvat englantia, ja he kommunikoivat enimmäkseen internetin välityksellä.

⁵Arktinen alue on maapallon alue, joka sijaitsee 66,5° pohjoista leveyttä ja Pohjoisnavan välissä. Suurin osa arktisesta alueesta koostuu Jäämerestä, salmista ja lahdistä sekä ajalehtivasta jääpeitteestä. Arktisen alueen ilmasto on hyvin kylmä ja ankara suurimman osan vuodesta maapallon aksiaalisen kallistuksen vuoksi. Talvella arktisella alueella on 24 tuntia pimeää, kun taas kesällä alue saa 24 tuntia auringonvaloa, koska maapallo on kallistunut aurinkoa kohti. Koska arktinen alue on suurimman osan vuodesta lumen ja jään peitossa, sen albedo eli heijastavuus on korkea, ja se heijastaa auringon säteilyä takaisin avaruuteen. Etelämanner on maapallon etelänavalla sijaitseva kylmä ja lumoava manner, joka on jään peitossa. Tämä jää muodostaa 70 prosenttia maailman makean veden varannoista. Se on maailman korkein manner.

- **opitun materiaalin liittäminen tosielämän tilanteisiin;**

Sovelluksesta löytyvissä ongelmatehtävissä on mahdollista ratkaista/assosoida erilaisia tilanteita tunnilla opitun materiaalin pohjalta.

Esimerkkejä sovelluksesta löytyvistä tehtävistä:

⁶Oli yö. Tähdet näkyivät. Tom, Mike ja heidän ystävänsä seisoivat ulkona ja tarkkailivat taivaankappaleita. Heillä oli kaukoputki ja älypuhelimet taskuissaan. He huomasivat, että sekä Kuu että älypuhelin antavat valoa. Mistä ne saavat valoa?



⁷*Pojat saivat tehtäväkseen leikata jalkapallokentän nurmikon ennen klo 19.00 alkavaa peliä. Saavatko he tehtävän valmiiksi ajoissa, jos he aloittavat klo 17.00?*

⁸*Monet biologit sanovat, että virukset eivät ole eläviä, koska niillä ei ole kaikkia seitsemää elämän ominaisuutta. Nykyaikaisessa biologiassa viruksia pidetään usein elävän ja kuolleen välissä olevalla harmaalla alueella. Pohdi viruksia ja elämän ominaisuuksia ja päätä. Oletko samaa mieltä biologien kanssa?*

⁹*Kofeiini on stimulantti ja maailman yleisimmin käytetty huume. Kofeiinia on kahvipavuissa, teenlehdissä ja jopa kaakaossa. Keskimääräinen tappava kofeiiniannos aikuiselle henkilölle on noin 0,2 g painokiloa kohti. Keskimääräinen kupillinen kahvia sisältää noin 100 mg kofeiinia.*

- **eri oppiaineiden integrointi tehtäviin;**

Matematiikka on yksi tärkeimmistä oppiaineista, joka antaa edellytykset muiden oppiaineiden opiskelulle. Aiemmin hankittua matematiikan osaamista tarvitaan ratkaistaessa kemian, fysiikan, biologian ja maantiedon ongelmia. Esimerkiksi kemiassa käytetään laskutehtävissä pääasiassa prosenttilaskentaa ja suhteelliseen riippuvuuteen perustuvia laskutoimituksia (reaktioyhtälöiden mukaiset laskutoimitukset) sekä tietojen esittämistä kuvaajina ja kaavioina, joita on käsitelty jo matematiikassa.

Fysiikassa käytetään seuraavia matemaattisia taitoja: prosenttilaskenta, muuttujan ilmaiseminen, yhtälösystemit, vektorit, potenssitoiminnot, murtoluvut jne.

Tässä näet esimerkkejä sovelluksen tehtävistä:

¹⁰**Matematiikkaa, maantietoa ja fysiikkaa** - Oppilaat ovat koulumatkalla Unkarin pääkaupungissa Budapestissä. Viimeisenä päivänä he päättävät tehdä laivamatkan Tonavaa pitkin Visegradin kaupunkiin, joka sijaitsee 50 kilometrin päässä. Veneen keskinopeus on 35 km/h, kun joen virtausta ei oteta huomioon. Huomaa, että joki virtaa 6 km/h nopeudella ja Visegrad on ensimmäinen pysähdyspaikka Budapestin jälkeen. Pääsevätkö oppilaat takaisin kello 17.00, jos he aloittavat matkansa kello 11.00, käyvät linnoituksessa, syövät aterian ja viettävät Visegradissa yhteensä 3 tuntia? Laiva palaa takaisin klo 15.50.

¹¹**Biologia, kemia** - Anemiaa esiintyy, kun punasolujen hemoglobiinipitoisuus on vähentynyt. Hemoglobiini on proteiini, joka vastaa hapen kuljettamisesta kudoksiin. Yleisin anemiatyyppi on raudanpuuteanemia. Se johtuu elimistön alhaisesta rautapitoisuudesta. Raudanpuuteanemian hoitamiseksi on tarpeen ottaa ravintolisiä, jotka sisältävät rautasuoloja.

- **vaikeudeltaan vaihtelevia tehtäviä;**

Jokainen oppilas voi valita tehtävän kykyjensä mukaan tai haastaa itsensä ratkaisemalla vaikeamman ongelman.

Esimerkiksi:

¹²**helppo** - Tom ja hänen ystävänsä Mike olivat uimassa meressä. He katsoivat lähellä olevaa venettä ja ihmettelivät, miten se pysyy vedessä.

¹³**keskivaikea** - Yleisin syy elohopeamyrkytykseen (Hg) on elohopean liiallinen käyttö, joka liittyy merenelävien syömiseen. Esimerkiksi tonnikalafileessä on 0,39 milligrammaa elohopeaa kilossa.



Keskivertoimiselle on turvallista nauttia 1,30 mikrogrammaa Hg:tä yhtä painokiloa kohti. Keskiverto ihminen painaa 72 kiloa.

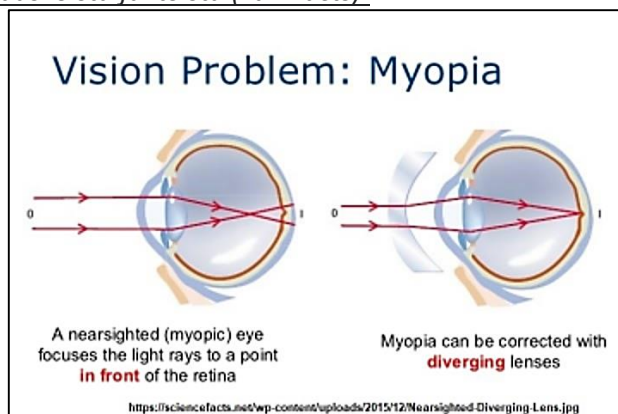
¹⁴**vaikea-** Marcus käveli Tarton kaupungin kaarisillalla. Hän ihaili siltaa ja oli utelias, kuinka korkeita olivat sillan korkeimmat ja lyhyimmät pylväät. Internetistä hän sai selville, että sillan korkein kohta on 8 metriä ja Emajõgi-joen leveys on noin 90 metriä. Hän sai myös selville, että pylväitä on 12 kappaletta. Auta Marcusta selvittämään, kuinka monta kertaa korkein tolppa on korkeampi kuin lyhin tolppa.

- mahdollisuus käyttää sovellusta monin tavoin – koulussa ja kotona, opiskeluun, mutta miksei myös hyödyllisiin vapaa-ajan askareisiin – eri oppiaineiden kertaamiseen/vahvistamiseen;
- leikkisä;

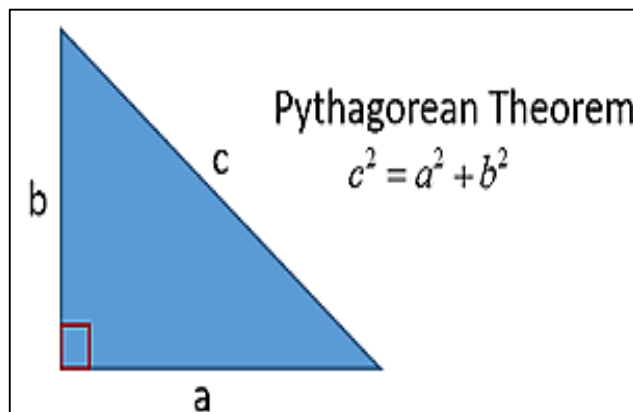
Sovellus on rakennettu pelin periaatteella. Kun avaat sovelluksen, voit valita ongelman ratkaisun vaikeustason ja iän. Avainsanan perusteella on mahdollista löytää ongelmia aloittain. Tehtäviä ratkottaessa siirrytään leikkimielisen sokkelon avulla kysymyksestä toiseen. Ongelmatilanteissa on mahdollista käyttää vihjettä. Tehtävät sisältävät myös hauskoja faktoja, jotka laajentavat oppilaan näköaloja.

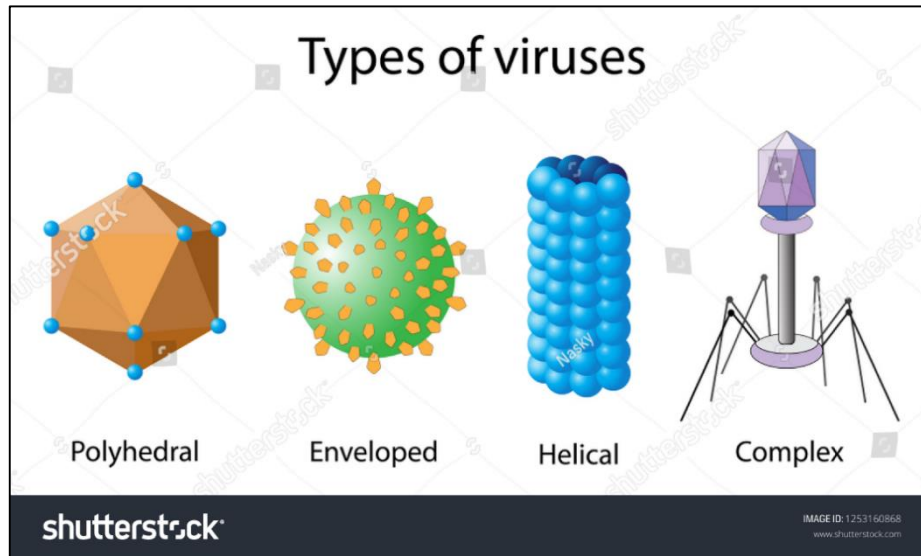
Esimerkkejä hauskoista faktoista (Fun Facts):

15



16

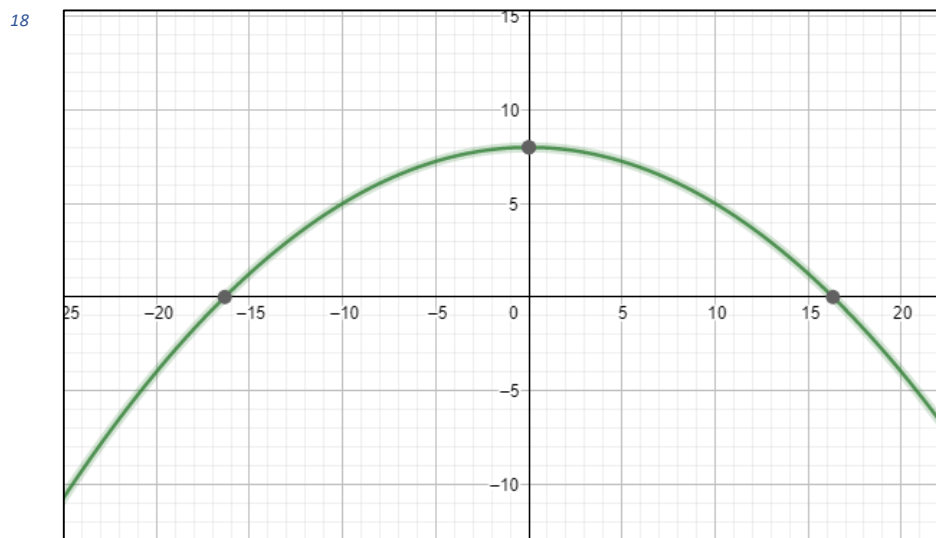


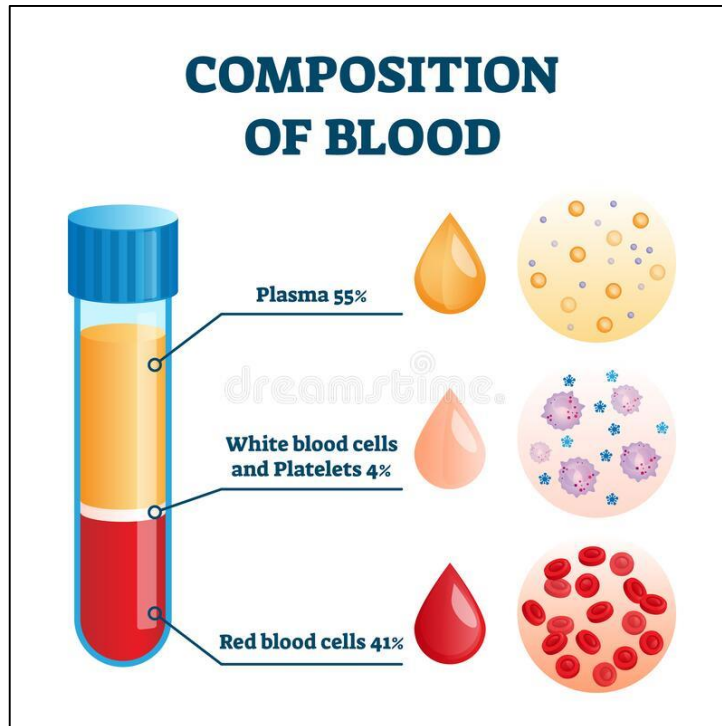


- **visualisoitu;**

Tehtäviä on havainnollistettu erilaisilla kaavioilla ja piirroksilla, jotka auttavat selittämään materiaalia. Lisätty videoita katseltavaksi.

Esimerkiksi:





	Group A	Group B	Group AB	Group O
Red blood cell type				
Antibodies in plasma	 Anti-B	 Anti-A	None	 Anti-A and Anti-B
Antigens in red blood cell	 A antigen	 B antigen	 A and B antigens	None

- nopea palaute oppilaalle ja opettajalle.

Tehtävän ratkaisemisen päätteeksi oppilas ja opettaja saavat nopean palautteen oikeiden vastausten prosenttiosuuden muodossa.

Voit myös palata alkuun, jos vastaat kolme kertaa väärin, tai kerrata nykyisen aiheen materiaalin ja aloittaa sitten tehtävän ratkaisemisen uudelleen.

Tällä tavoin oppimisen pitäisi olla oppilaille mielenkiintoista, haastavaa, keskittyä tosielämän ongelmiin ja antaa turvallisuuden tunne, jotta mitään pahaa ei tapahdu, vaikka oikeaan vastaukseen ei päästäisikään – tällöin tulee vain analysoida virheet, pohtia opittua ja ratkaista tehtävä uudelleen. Loppujen lopuksi virheiden tekeminen on yksi parhaista oppimismenetelmistä, se auttaa oppimaan syvällisen ymmärryksen avulla virheiden analysoinnin kautta. Oppiminen on rohkeutta olla väärässä, mikä puolestaan tukee luovuutta, antaa kokemusta ja rohkeutta ratkaista elämän ongelmia sekä kykyä löytää tarvittava tieto ja arvioida sen oikeellisuutta.

4.3. Ideoita sovelluksen sisällön löytämiseksi/hyödyntämiseksi/muokkaamiseksi/laajentamiseksi oppilaiden ja opettajien tarpeiden mukaan aiheen lähestymisessä

1. Sisällön löytäminen

Sovelluksen tehtävät on jaettu seuraavasti. Ensinnäkin vaikeustason mukaan: *Helppo, Keskivaikea, Vaikea*. Sovelluksen tehtävät löytyvät iän mukaan: *14-15, 16-17, 18*. Löytääksesi tehtäviä sinun on valittava haluamasi/tarvitsemasi aihe seuraavista: *Biologia, kemia, tietotekniikka, matematiikka, luonnontieteet, fysiikka*. Oppiaineiden sisällä on myös alaluokkia. Esimerkiksi löytääksesi tehtäviä Pythagoraan lauseesta on tehtävä seuraavat valinnat: *Helppo/Keskivaikea/Vaikea, 14-15, Matematiikka, Geometria*. Tai jos haluat ratkaista ongelmia Covid-19 liittyen, sinun on haettava avainsanoja *Biologia – Virukset* vaikeustason ja iän määrittämisen jälkeen. Monet ongelmat on integroitu eri oppiaineiden välillä. Esimerkiksi: ongelma nimeltä *Uiminen meressä* sisältää sisältöä sekä *fysiikasta että matematiikasta*.

Seuraavaan taulukkoon on koottu kaikki mahdolliset avainsanat, joita voit käyttää:

KOHDE	KATEGORIA	IKÄ
Matematiikka	Geometria; yhtälöt; funktiot; trigonometria; suhteet; Logaritmit	14-15 16-17 18+
Tiede	Ilmastonmuutos; ilmaston lämpeneminen; uusiutuva energia; ympäristö; Kestävä kehitys	
Kemia	pH; Atomi; Orgaaniset yhdisteet	
Fysiikka	Mekaniikka; Kinetiikka; Liike; Newtonin lait; Tähtitiede	
Biologia	Lisääntyminen; Genetiikka	
Tiedot Teknologia	Ohjelmointi; HTML; Salasanat; Algoritmit	



2. Sisällön käyttö

Sovelluksen tehtäviä voidaan käyttää koulun oppitunneilla opittujen asioiden vahvistamiseen (ks. kohta 4.5), jotta voidaan osoittaa, että teoriassa opitusta on hyötyä todellisissa tilanteissa.

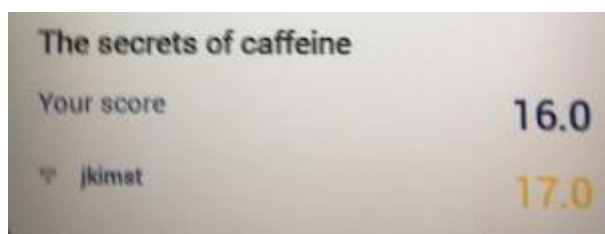
Esimerkiksi: Kahdeksaluokkalaiset oppivat fysiikan tunneilla kelluvuudesta. Teorian ja erilaisten kokeiden jälkeen on hyvä antaa oppilaille tabletit ja antaa heidän ratkaista seuraava ongelma: *Tom ja hänen ystävänsä Mike uivat meressä (Fysiikka, matematiikka, mekaniikka, 14-15). He katsoivat lähellä olevaa venettä ja olivat uteliaita, miten se pysyy vedessä. Ensimmäiset kysymykset: Mike oli kuullut, että on olemassa tietty voima, joka pitää jotkut kappaleet pinnalla. Mikä sen nimi on? ja Mikä on tiheys?* auttavat oppilaita muistamaan teorian ja seuraavat kysymykset: *Tom ei voi kellua vedessä. Hän luulee olevansa liian painava. Mikä on se paino kilogrammoina, joka takaa sen, että hän pysyy veden pinnalla?*

Hän painaa 70 kg, ihmiskehon keskimääräinen tiheys on 1100 kg/m^3 , meriveden tiheys on 1020 kg/m^3 . ja poikien näkemässä veneessä oli yksi henkilö. Mikä on suurin mahdollinen henkilömäärä, jonka vene voisi kuljettaa? Veneen tilavuus on 2 m^3 , tyhjän veneen paino on 500 kg ja meriveden tiheys on 1020 kg/m^3 . Oletetaan, että jokainen henkilö painaa 75 kg, anna oppilaiden harjoitella laskutaitoaan.

Sovelluksessa on myös mahdollista antaa oppilaille tehtäviä kotitehtäviä varten. Koska kaikki tehtävät sisältävät myös tarvittavat vihjeet sekä mielenkiintoisia faktoja, mikset antaisi näitä tehtäviä itsenäistä opiskelua varten ennen uuden aiheen opiskelua.

Esimerkiksi ongelma nimeltä *Matkalaukkujen valinta* (Medium, Matematiikka, Geometria, 14-15) alkaa Youtube-videolla Pythagoraan lauseesta <https://youtu.be/gRf780Pce7o>. Videon katsomisen jälkeen on helppo ymmärtää suorakulmaisen kolmion jalkojen ja hypotenuusan välinen yhteys ja löytää ratkaisut kaikkiin tämän ongelman kysymyksiin, kuten: *Kuinka pitkä on kasvojen pisin mahdollinen lävistäjä millimetreinä?* tai *Kuinka pitkä on matkalaukun lävistäjä senttimetreinä?*

Sovellus on rakennettu peliperiaatteella, oppilas kerää pisteitä ratkaistuista tehtävistä, joten on mahdollista järjestää luokan sisäinen tai luokkien välinen kilpailu. Tulokset ilmoitetaan ongelmittain. Jokainen oppilas voi nähdä oman tuloksensa verrattuna muiden käyttäjien tuloksiin. Katso alla olevaa kuvaa:



3. Sisällön mukauttaminen

Kaikkia sovelluksen tehtäviä voi käyttää ja muokata vapaasti, joten kaikki sovelluksen käyttäjät voivat tehdä tehtävistä kopioita. Kaikkia sovelluksessa annettuja tehtäviä voi vapaasti tulostaa tai käyttää esityksissä, kirjoissa jne.

Kopioitujen tehtävien sisältöön on mahdollista tehdä korjauksia: lisätä tai poistaa kysymyksiä, korvata poistetut kysymykset itse luoduilla kysymyksillä, muuttaa kysymystyyppejä, esimerkiksi korvata totta/tarua kirjoittamalla vastaus sen sijaan. Voit myös tehdä muutoksia kysymysten vastauksiin, muuttaa niiden vaihtoehtoja, lisätä tai poistaa niitä.

Ongelma nimeltä *Virusten biologia: ovatko virukset eläviä vai kuolleita? Monet biologit sanovat, että virukset eivät ole eläviä, koska niillä ei ole kaikkia seitsemää elämän ominaisuutta. Nykyaikaisessa biologiassa virusten katsotaan usein olevan elävän ja kuolleen välisellä harmaalla alueella. Mieti viruksia ja elämän ominaisuuksia ja päätä, mitä mieltä olet. Oletko samaa mieltä biologisten kanssa?* alkaa tällä hausalla faktalla: *Sana tulee latinan sijamuodosta **vīrus**, joka viittaa myrkkyihin ja muihin myrkyllisiin nesteisiin.* Te kaikki voitte vapaasti luoda oman ongelmanne tämän pohjalta kopioimalla sen ja lisäämällä siihen lisää mielenkiintoisia faktoja, jos teillä on.

4. Sisällön kehittäminen

Sovelluksessa on tällä hetkellä yli 100 erilaista ongelmaa, joista suurin osa on matematiikan ja fysiikan alalta. Sisällön kehittämiseksi edelleen olisi pidettävä rekisteriä nykyisistä tehtävistä, jotta saataisiin yleiskuva siitä, mitä tehtäviä STEM-alan tehtävistä tarvittaisiin eniten. Yksi tapa kehittää sisältöä edelleen olisi kääntää kaikki tehtävät eri kielille.

STEM-opettajien kurssi on hyvä tapa lisätä sovellukseen lisää ongelmia.





4.4. Miten opettaja voi luoda omia ongelmaskenaarioitaan STEM Labyrinth -menetelmän ja muiden resurssien pohjalta omien ja oppilaiden tarpeiden mukaan

Jokapäiväisessä toiminnassamme sanasto sisältää monia sanoja, kuten **aika, pituus, korkeus, pinta-ala, nopeus, kiihtyvyys, paino, voima, teho, lämpötila, aine, valo** ja monia muita sanoja, jotka ovat yleisiä luonnontieteellisissä aineissa (STEM). Voimme lukea, sanoa, nähdä, kuunnella, katsella ja kirjoittaa näitä sanoja missä tahansa viestintämme muodossa. Käytämme näitä sanoja hyvin usein. Jokapäiväisessä elämässä niillä on monenlaisia merkityksiä. Tieteessä niillä on tietty merkitys. Suurin osa **100 ongelmasta**, joissa käytetään STEM Labyrinth -menetelmää, jonka hankekumppanit ovat kehittäneet, sisältää näitä sanoja. Nämä sanat liittyvät nimenomaan jokapäiväiseen elämäämme, mutta myös STEM-käsitteisiin, ja ne ovat tärkeitä näiden ongelmien ratkaisemisessa.

Edellä mainituista sanoista valitaan seuraavat **kaksi perusryhmää**, joissa viitataan erityisen usein ongelmiin, jotka muodostavat STEM-lähestymistapojen kognitiivisen perustan. Luomme taulukon, jossa on sanojen merkitykset jokapäiväisessä elämässä ja niiden tieteellinen vastaavuus, jotta voimme havainnoida yhtäläisyyksiä, eroja ja ristiriitoja.

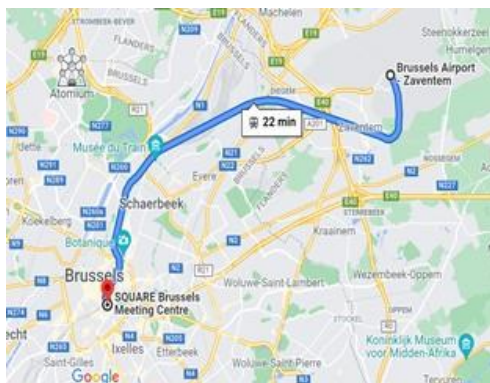
Ensimmäinen ryhmä liittyy avaruudellisiin käsitteisiin tai suureisiin: **pituus, leveys, korkeus, syvyys, etäisyys, siirtymä, ympärysmitta, kehä, pinta-ala, tilavuus**.

Nämä käsitteet hallitsevat jokapäiväistä elämäämme monissa muodoissa. Niitä ovat esimerkiksi auton pituus, vuoren korkeus, järven syvyys, ruudun pituus ja leveys. Etäisyys kilometreinä, etäisyys planeetasta, ympyrän kehä, huoneen tai järven pinta-ala tai pullon tilavuus (metreineen, neliömetreineen ja litroineen tai kuutiosenttimetreineen). Nopeus ja kiihtyvyys johdetaan pituudesta ja ajasta (niitä ei mainita tässä, vaan seuraavassa osassa esitettävissä ongelmissa). Edellä mainittujen suureiden merkitykset on esitetty seuraavassa taulukossa (määritelmät ovat peräisin osoitteesta www.dictionary.com & scienceworld.wolfram.com/physics).

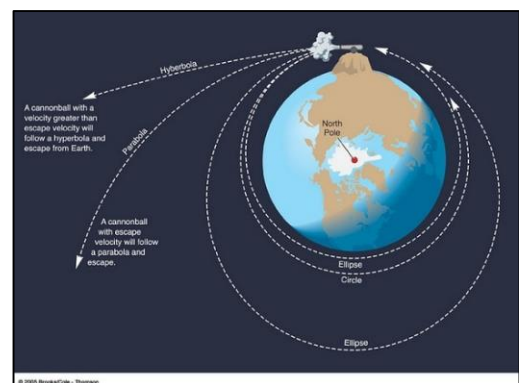
Sana	Merkitys jokapäiväisessä elämässä	Tieteellinen määritelmä
pituus	- jonkin asian pisin ulottuvuus päästä päähän mitattuna	- kahden pisteen välinen suoraviivainen etäisyys kohteen pituussuunnassa

	- tason tai kiinteän kappaleen suurimman ulottuvuuden mitta.	
leveys	- laajuus laidasta laitaan; leveys - pala koko leveydeltä, esim. kangasta.	- vaakasuora etäisyys sivulta toiselle
korkeus	- etäisyys ylöspäin tietyistä tasosta kiinteään pisteeseen. - huomattava tai suuri korkeus tai kohouma	- esineen pystysuora pituus ylhäältä alaspäin.
syvyys	- esineen tai materiaalikappaleen läpi kulkeva ulottuvuus, yleensä yläpinnalta alaspäin ja ulkopinnalta vaakasuoraan sisäänpäin.	- laajuus, mittausta tai ulottuvuus alaspäin, taaksepäin tai sisäänpäin
etäisyys	- kahden pisteen, viivan tms. välisen tilan laajuus tai määrä. - lineaarinen tila	- laajuus, mittausta tai ulottuvuus alaspäin, taaksepäin tai sisäänpäin
siirtymä	- siirtäminen - siirtymisen tila tai määrä tai aste, jolla jokin asia on siirtynyt.	- vektori tai vektorin suuruus, joka osoittaa alkuasennosta seuraavaan asentoon (fysiikka).
kehä	- kaksiulotteisen kuvion raja tai ulkoraja. - tällaisen rajan pituus	- monikulmion sivut muodostavien segmenttien pituuksien summa tai suljetun käyrän kokonaispituus.
ympärysmitta	- erityisesti ympyränmuotoisen alueen ulkoraja; kehä; kehäalue - tällaisen rajan pituus	- ympyrän rajaviiva - kuvion, alueen tai esineen rajaviiva
alue	- jokin tietty tila tai pinta-ala - maantieteellinen alue;	- pinnan koon mittaaminen (neliöyksikköinä ilmaistuna).
tilavuus	- kuutiomäärinä mitattu tilan määrä, jonka jokin esine tai aine vie. - massa tai määrä, erityisesti suuri määrä jotakin:	- kolmiulotteisen esineen tai avaruusalueen viemä tilamäärä (kuutiomäärinä ilmaistuna). - äänen voimakkuuden tai intensiteetin mittaaminen.

Huomaamme, että tieteellisten merkitysten ja arkielämän merkitysten välillä ei ole merkittäviä ristiriitaisuuksia. Tieteelliset määritelmät ovat varmasti selkeämmin määriteltäviä.



www.google.com/maps/place/Bruxelles



isaacnewtonresearchanalaira.weebly.com/inventions.html

Toinen ryhmä liittyy käsitteisiin **massa, paino, voima, energia ja teho**, jotka hallitsevat elämäämme ja ovat nykyään dynaamisemmin läsnä.

Massan käsite sekoitetaan ihmisen tai ruoan painoon. Energian käsite, jolla on varsinkin nykyään useita ja erilaisia merkityksiä, esiintyy myös joka hetki elämässämme, esim. kaikissa elintarvikepakkauksissa tulee ilmoittaa ravintoarvomerkinnoissa kilojoulet/kalorit.) Energia ja teho liittyvät myös kaikenlaiseen kulutukseen tai tuotantoon, kodinkoneisiin, autoihin, matkapuhelimiin,



lähettimen säteilyn mittaamiseen (esim. televisioasema, jolla on tehonsiirto) jne. Teho on ominaista myös ihmisille!

Sana	Merkitys jokapäiväisessä elämässä	Tieteellinen määritelmä
massa	- yhtenäinen ainekappale, joka on yleensä muodoltaan epämääräinen ja usein huomattavan kokoinen. - kokoelma epäyhtenäisiä hiukkasia, osia tai esineitä, joiden katsotaan muodostavan yhden kappaleen.	- fyysisen kehon sisältämän tai sen muodostavan aineen määrän mittaaminen. Klassisessa mekaniikassa kappaleen massa on yhteydessä sen kiihdyttämiseen tarvittavaan voimaan.
paino	- painavuuden tai massan määrä; asian painon määrä. - yksikköjärjestelmä, jolla ilmaistaan painavuutta tai massaa:	- voima, jolla Maan tai muun taivaankappaleen lähellä oleva kappale vetäytyy painovoiman vaikutuksesta kappaleen keskipistettä kohti.
voima	- elävällä olennolla oleva fyysinen voima tai vahvuus. - johonkin kohteeseen kohdistuva voima tai valta; fyysinen pakottaminen; väkivalta.	- jokin eri tekijöistä, jotka saavat kappaleen muuttamaan nopeuttaan, suuntaansa tai muotoaan (voima on vektorisuuruus, jolla on sekä suuruus että suunta).
energia	- kyky tarmokkaaseen toimintaan; käytettävissä oleva voima - kyky toimia, johtaa muita, vaikuttaa jne. voimakkaasti.	- kyky tai voima tehdä työtä, kuten kyky liikuttaa esinettä (jolla on tietty massa) voiman avulla (on olemassa eri muodoissa, esim. sähköinen, terminen, mekaaninen jne., ja se voidaan muuntaa muodosta toiseen).
teho	- kyky tehdä tai toimia; kyky tehdä tai saada aikaan jotakin. - poliittinen tai kansallinen vahvuus	- koneen tai muun järjestelmän käyttämiseen käytetty energianlähde. - nopeus, jolla työtä tehdään tai energiaa kulutetaan aikayksikköä kohti. - luku tai lauseke kerrotaan itsellään eksponenttina (matematiikka).

Huomaamme esimerkiksi, että massan-painon ja energian-tehon arkielämän merkitykset ovat ristiriidassa tieteellisten merkitysten kanssa (esimerkiksi voima on fyysistä voimaa, *kun taas* teho on kyky toimia voimakkaasti!).

Voimme tunnistaa monia mielenkiintoisia jokapäiväiseen elämäämme liittyviä ongelmia edellä esitettyjen alustavien ajatusten, näiden ohjeiden edellisen ja seuraavan luvun, hankkeen tuottaman materiaalin ja kirjallisuushakujen perusteella. Nämä ongelmat voidaan sisällyttää koulujen opetussuunnitelmaan ja suunnitella STEM-ongelmiksi edellisissä kappaleissa kuvattujen menetelmien avulla. Kukin ongelma voidaan jakaa osaongelmiin esittämällä erityyppisiä kysymyksiä pelillistämisen lähestymistavan mukaisesti.

Konsortion kolme kumppanikoulua (Martna-Pohikoulu, Agios-Georgios ja Doukas School) kehittivät **60 ongelmaa, jotka sisältävät noin 500 kysymystä ja "hauskoja faktoja"** kaikista STEM-aiheista ja niiden yhdistelmistä (ks. **LIITE 1**). Koulun ulkopuolisten yhteistyökumppaneiden osuus on **yhteensä 100 ongelmaa**. Seuraavassa taulukossa on suuntaa-antava luettelo todellisista tai hypoteettisista ongelmista (esim. ajatuskokeet), joita opettajat ja tutkijat ovat kehittäneet luovalla tavalla. Voit siirtyä näihin ongelmiin STEM-sovelluksen avulla antamalla vastaavan **tason, oppiaineen, ala-aineen ja ikäluokan**.

Esimerkkeinä 15 ongelmaa STEM Labyrinth -mobiilisovelluksen 100 ongelmasta.



#	Taso	Oppiaineet, ala-aineet, ikärajat	Otsikko	Tehtävänumero
D14	helppo	Algoritmit#ohjelmointi, 14-15	Robottipelin koodin tutkiminen	10
M12	keskivaik e	Biologia#Genetiikka, 16-17	Adoptoitu lapsi	8
M16	helppo	Biologia#Virukset, 16-17	Virusten biologia: ovatko virukset eläviä vai kuolleita?	14
M19	vaikea	Kemia#Organiset yhdisteet, 16-17	Kofeiinin salaisuudet	11
M11	keskivaik e	Kemia#Organiset yhdisteet, 16-17	Elohopea elintarvikkeissamme	8
M13	keskivaik ea	Kemia#pH, 16-17	Onko se hapan, emäksinen vai neutraali?	12
D15	helppo	Matematiikka#Algebra#Suhteet, 14-15#16-17	Kahden yrityksen palkkojen keskiarvo, mediaani ja moodi.	10
G08	helppo	Matematiikka#Algebra, 16-17	Geometrisen sekvenssin COVID-19-virustapausten laskennassa.	5
G20	helppo	Matematiikka#Functions, 14-15	Äänen voimakkuus	6
D03	keskivaik ea	Matematiikka#Geometry#Algebra, 14-15#16-17	Matkustaminen viiteen Euroopan kaupunkiin	7
D06	keskivaik ea	Matematiikka#Geometry#Algebra, 14-15#16-17	Katsojien jakautuminen konserttitalissa turvallisen sosiaalisen etäisyyden säännön mukaisesti	11
G02	medium	Matematiikka#Geometria, 14-15	Puun korkeuden mittaaminen	7
G16	keskivaik ea	Matematiikka#Geometria, 14-15	Öljykalvokokeilu	6
G19	vaikea	Matematiikka#Geometria, 16-17	Kuiskaavat galleriat	7
G12	helppo	Matematiikka#Suhteet, 14-15	Lääketieteellinen matematiikka	6
G13	helppo	Matematiikka#Trigonometria, 14-15	Risteilyt	5
D10	helppo	Fysiikka#Algebra#Ympäristö, 14-15	Gepardit - sprintterit vs Antiloopit - juoksijat	7
M03	helppo	Fysiikka#Astronomia, 14-15	Mitkä ovat valon lähteitä	7



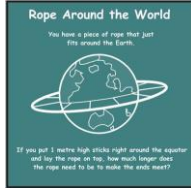
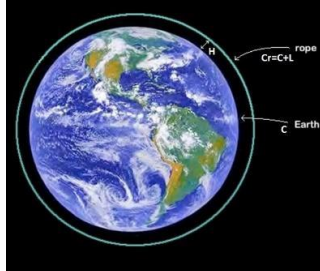
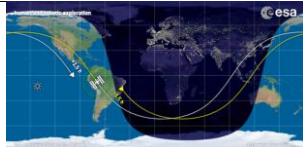
M05	keskivaik ea	Fysiikka#Geometria, 14-15	Lasien valitseminen	7
M04	keskivaik ea	Fysiikka#matematiikka#mekaniikka, 14-15	Sähköpyörä vs auto	6
G15	keskivaik ea	Fysiikka#mekaniikka, 14-15	Lentopallon fysiikka	5
G06	helppo	Fysiikka#Liike, 14-15	Matkustustariffi	6
D08	helppo	Fysiikka#Liike, 16-17	Astronautin mittakaava	9
D16	keskivaik ea	Fysiikka#Liike, 16-17	Newtonin tykin kuula	10
D07	keskivaik ea	Fysiikka#Liike, 16-17#18+	Pyöräilijän liike	9
D17	keskivaik ea	Fysiikka#Liike, 16-17#18+	Tesla Roadster ja sen avaruusmatkustajat	8
G10	vaikea	Fysiikka#Newtonin lait, 16-17	Planeetan painovoima	7
D11	keskivaik ea	Luonnontiede#Geometria#Algebra, 14-15	Eratosthenesin menetelmä maapallon ympärysmittan määrittämiseksi.	8
M20	keskivaik ea	Tiede#ilmastonmuutos, 14-15	Arktinen ja Etelämanner - vertailuja ja yhtäläisyyksiä	11
M14	helppo	Tiede#Toiminnot, 14-15	Ystävä toiselta aikavyöhykkeeltä	10

Seuraavalla sivulla on esimerkki ongelmasta. Voimme luokitella ongelmat ja niihin liittyvät kysymykset eri tyypeihin. Nämä luokat kuvataan seuraavassa jaksossa.

Esimerkki STEM-labyrinth-ongelmasta

Ongelman nimi		Muinaisesta "köydestä Maan ympäri" nykyaikaiseen "ISS:n kiertorataan"!		
Vaikeustaso, Aiheet, Ikäryhmät		Helppo, Tiede-Matematiikka-Geometria-Algebra-Astronomia, 14-15		
Ongelman kuvaus		On olemassa kaksi erilaista ongelmaa, muinainen ja moderni, joilla on yhteiset käsitteet. Etsimme kokoja, jotka liittyvät ympyränmuotoisiin kiertoratoihin maapallon kehän ympärillä, olivatpa ne sitten hyvin lähellä maapalloa, esim. metrin päässä (kuten "köysi maapallon ympärillä") tai kaukana, esim. 400 kilometrin päässä (kuten ISS:n kiertorata)!		
Kysymyk sen tyyppi	Kysymys (Alaongelma)	Vihje (ohje)		Vastaus/vastaukset (korjaa 1.)



Hauska fakta	Lue yksityiskohtia muinaisesta "köyden kiertämistä maapallon ympäri" koskevasta ongelmasta, joka ilmestyi ensimmäisen kerran W. Whistonin teoksessa "The Elements of Euclid" (Eukleideen alkeet) 1702 ja jonka Eukleides esitti 2300 vuotta sitten! https://mathimages.swarthmore.edu/index.php/Rope_around_the_Earth... Tutki "Conundrum 17" -ongelmaa: https://www.abc.net.au/science/surfingscientist/pdf/conundrum17.pdf.		
Totta/Tarua	Ympyrän kehä (kehä) on $2\pi R$	R on ympyrän säde	Totta
Moniva linta	Oletetaan, että köysi on sidottu kireälle maapallon päiväntasaajan ympäri. Sen ympärysmitta olisi sama kuin maapallon ($C=40,075$ km). Kuinka paljon köyttä pitäisi pidentää, jotta se leijuessaan olisi metrin ($H=1$ m) korkeudella maasta kaikissa maapallon ympärillä olevissa pisteissä? Kuinka monta metriä tämä pidennys (L) on köyden pituudesta ($Cr=C+L$)?		Maan ympärysmitta: (R: Maan säde): $C=2\pi\cdot R$ (R: Maan säde) Pidennetty köysi: $Cr=C+L=2\pi\cdot (R+H)$. $=2\pi\cdot R+2\pi\cdot H$ $=C+2\pi\cdot H$, joten: $C+L=C+2\pi\cdot H \Rightarrow L=....$ • 6.28 m • 6.28 km • 40,078 m • 40,076 km
Täytä aukko	Oletetaan, että superlennokki kulkee pysähtymättä päiväntasaajan kehän ympäri, joka on 40 075 km, vakionopeudella 150 km/h. Kuinka monta päivää kuluu suunnilleen kehän kiertämiseen? Anna kaksinumeroinen luku pyöristettynä lähimpään kokonaislukuun:	Ympärysmitta jaetaan nopeudella, jotta saadaan kokonaistunnit, ja tunnit muunnetaan päiviksi.	11
Hauska fakta	Mikä on kansainvälinen avaruusasema (ISS)? Se on suuri avaruusalus Maan kiertoradalla. Se toimii ainutlaatuisena tieteellisenä laboratoriona, jossa asuu astronauttien ja kosmonauttien miehistöjä. Useat kansakunnat tekivät yhteistyötä avaruusaseman rakentamiseksi ja käyttämiseksi. https://www.nasa.gov/audience/forstudents/5-8/features/nasa-knows/what-is-the-iss-58.html.		
Täytä aukko	ISS kiertää Maata keskimäärin noin 250 mailin ($A \approx 400$ km) korkeudessa. Kuinka monta kilometriä on ISS:n kehä-orbitaali päiväntasaajan kehän ympärillä, jos päiväntasaajan säde on 6378 km? Anna 5-numeroinen luku pyöristettynä lähimpään kokonaislukuun.	Ympärysmitta: $2\pi\cdot Ra$ Ra : Maan säteen summa + A (400) km.	42566
Täytä aukko	Jos ISS kulkee 28 800 km/h nopeudella, kuinka monta minuuttia painottomalta laboratoriolta kestää tehdä täydellinen kierros maapallon ympäri ilman, että otetaan huomioon maapallon pyöriminen? Anna kaksinumeroinen luku pyöristettynä lähimpään kokonaislukuun/dekadiin?	42,566 km jaettuna 28,800 km/h:lla saadaan tunnit, joten muunnetaan tunnit minuuteiksi.	89
Hauska fakta	"Missä on kansainvälinen avaruusasema?" ISS:llä työskentelevät ja asuvat astronautit kokevat päivittäin 16 auringonnousua ja -laskun. ESA:n kehittämä seurantalaitte näyttää, missä avaruusasema on. https://www.esa.int/Science_Exploration/Human_and_Robotic_Exploration/International_Space_Station/Where_is_the_International_Space_Station		

4.5. Oppituntisuunnitelmien laatiminen tiettyjä aiheita varten mobiilisovellusta hyödyntäen

Jokaisessa STEM Labyrinth -tunnisuunnitelmassa (tai oppimissuunnitelmassa - LP) on seuraavat seitsemän kenttää:

1. **STEM-aineet ja -aiheet** (ikäryhmittäin ja vaikeusasteittain jaoteltuna).
2. **Tavoitteet** (osaamiseen/taitoihin ja oppiaineiden käsitteisiin liittyvät).
3. **Menetelmät** (materiaaliin ja tarvittaviin resursseihin liittyen)



4. Toteutus & STEM Labyrinth Ongelmat (liittyvät tiettyihin toimintoihin)

5. Arviointi

6. Todellisen maailman sovellus

7. Tehtävät

Mobiilisovelluksen STEM Labyrinth -ongelmia käyttävän oppituntisuunnitelman kehittämisessä tärkein päätös on seuraavien tekijöiden tehokas yhteensovittaminen.

- **STEM-oppiaineisiin, STEM-opetussuunnitelmaan ja oppilaiden ikään** liittyvät tavoitteet.
- **mobiilisovellukseen ladatut ongelmat.**

Tietenkin on myös mahdollista laatia **STEM Labyrinth -menetelmällä** oppituntisuunnitelma, jossa luodaan **uusi ongelma, joka** perustuu tosisanaongelmiin ja jossa käytetään eri ongelmakategorioita ja eri kysymyskategorioita (ks. seuraava jakso). Tällöin on kaksi vaihtoehtoa ongelmien suunnitteluun - luomiseen / lataamiseen - toimittamiseen:

- **STEM Labyrinth -mobiilisovellus**, jossa käytetään hankkeen yhteistyökumppaneiden luomaa alustaa, tai
- muu olemassa oleva **verkkopelialusta tietokilpailuja varten** (esim. Quizizz, Kahoot, Mentimeter).

"Toteutus"-kenttä, jossa toimintojen järjestelmällinen kuvaus on oppitunnin ydin, ja toimintojen järjestyksen luomiseen on kolme päälähestymistapaa.

Ensimmäisessä lähestymistavassa opettaja valitsee tietyt ongelmat mobiilisovelluksesta. Esimerkkinä seuraavat tavoitteet:

- soveltaa liikettä koskevaa tietoa eri tilanteissa;
- käyttää kahta pääsuuretta *pituus-aika* ja neljää siihen liittyvää suuretta *etäisyys-olosuhde/ympärysmitta-nopeus-kiihtyvyys*;
- soveltaa fysikaalisia ja matemaattisia kaavoja edellisten suureiden mittaamiseen.

Kolme tosielämän ongelmaa ja yksi hypoteettinen (ajatuskokeilu) ovat seuraavat:

1-2: Maan kehää kiertävien ympyrä ratojen mittaus, olivatpa ne sitten hyvin lähellä maapalloa (1 metrin "köysi") tai kaukana (kuten ISS:n kiertorata),

3: kokeilu, jossa "nopein sprintteri" gepardi yrittää saavuttaa nopeimman "pitkän matkan juoksijan" antiloopin,

4: polkupyörän liike, joka alkaa kiihtyä, liikkuu vakionopeudella ja lopulta hidastuu pysähtyen.

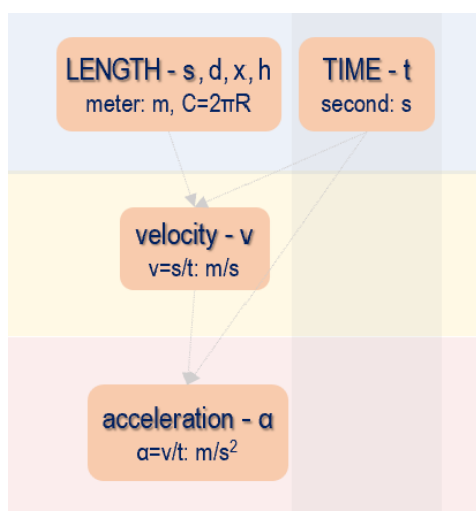
Tässä tapauksessa oppituntisuunnitelman "Liikkuminen maan pinnalla tai maapallon ympäri" 8 päätehtävää ovat:

1. Keskustelu: Mitä yhteisiä ja mitä erilaisia käsitteitä liikkeestä edellä mainituissa videoissa on? Mitä eroja on etäisyydellä ja sijainnilla, hetkellä, minuutilla ja ajalla?



2. **Pelaa sovelluksella: D12-ongelma "Maan ympärillä olevasta köydestä ISS:n kiertoradalle"** ([doc-tiedosto](#)).
3. Keskustelu: Kuinka nopeasti asemamme voi muuttua? Voimme jakaa etäisyyden ajalla, mutta voimme myös jakaa ajan etäisyydellä? Mitä eroa sillä on? Mitä me päätimme?
4. **Pelaa sovelluksella: D10-ongelma "Gepardit vs. antiloopit"** ([doc-tiedosto](#)): **D10-ongelma "Gepardit vs. antiloopit"** ([doc-tiedosto](#))
5. Keskustelu: Mitä etäisyyksiä niillä on oltava, jotta takaa-ajo onnistuu tai epäonnistuu? Onnistuminen toiselle eläimelle on epäonnistuminen toiselle ja päinvastoin. Nopeus voi merkitä eroa elämän ja kuoleman välillä.
6. Esittely: [Mitä turvallisuusmuistutuksia pyöräilijöiden turvallisuuden takaamiseksi tarvitaan?](#)
7. **Pelaa sovelluksella: D07-ongelma "Pyöräilijän liike"** ([doc-tiedosto](#)).
8. Keskustelu: Mikä on suurin sallittu nopeus polkupyörille? Mitkä ovat satelliittien nopeudet? Kuinka nopeasti nopeus voi muuttua? Mitä tämä tarkoittaa? Mikä on satelliittien kiihtyvyys?

Toiminnot 2, 4 ja 7 ovat mobiilisovelluksen kolme ongelmaa. Seuraavan kaavion mukaan on olemassa järjestys, joka perustuu STEM-käsitteiden asteittaiseen omaksumiseen (ikään kuin polku yhdestä käsitteestä/määrästä toiseen, jossa vaikeustaso nousee).



The screenshot shows the 'MOTION' section of the STEM Labyrinth app. It includes a navigation bar with 'acceleration', 'velocity', 'LENGTH', and 'TIME'. Below this, there are three numbered problem cards:

- 1** The "rope" & the orbit around the Earth
- 2** Cheetahs vs Antelopes
- 3** The motion of a cyclist

On the right side, there is a link to 'STEM-Labyrinth Problem Examples'.



Toisessa lähestymistavassa opettaja pyytää oppilaita etsimään, löytämään ja valitsemaan sopivia ongelmia mobiilisovelluksesta. Esimerkki kokeesta Pythagoraan lauseeseen liittyen, jonka tavoitteet ovat seuraavat:

- soveltaa tutkivia oppimismenetelmiä ongelman ratkaisemiseksi,
- Pythagoraan lauseen käyttäminen tosielämän tilanteissa ratkaisun löytämiseksi.

Oppituntisuunnitelman "Pythagoraan lause" 5+ "päätehtävää" ovat:

1. Opettaja asettaa oppilaat pareiksi.
2. Opettaja esittelee STEM Labyrinth -sovelluksen toiminnan ja toimintaperiaatteen.
3. Opettaja kirjoittaa taululle tai näyttää projektorilla mahdollisia Pythagoraan lauseeseen liittyviä ongelmia.
4. Opiskelijat:
 - tutustua STEM Labyrinth -sovellukseen.
 - löytää sopivia ongelmia Pythagoraan lauseeseen. Kaksi erilaista ongelmaa per pari
 - ratkaista ongelmat erikseen
 - vertailla vertaistensa kanssa saamiaan tuloksia
 - parit esittelevät tuloksensa luokkatovereilleen.
5. Opettaja laatii pistetaulukon kolmesta parhaasta tuloksesta, jotka on otettu STEM Labyrinth -sovelluksen avulla.

*** Nopeampia pareja varten opettaja antaa lisäharjoituksia [IXL-Geometriasta](#).

Kolmannessa lähestymistavassa opettaja soveltaa STEM Labyrinth -menetelmää käyttämättä mobiilisovelluksen tiettyä ongelmaa. Esimerkkinä oppilaat tutkivat, miten minimoidaan aika, jonka pelastusrenkas tarvitsee saavuttaakseen tietyn pisteen altaan kehällä sijaitsevasta tietyistä pisteistä altaan tiettyyn kohtaan:

- soveltaa oppilaiden tietämystä tasaisesta lineaarisesta liikkeestä uudessa tilanteessa.
- oppia löytämään optimaalinen ratkaisu ratkaisemalla minimointiongelma.

Tässä tapauksessa oppituntisuunnitelman "Pelastusrenkas pelastaa ihmishenkiä tarvittaessa" 6 päätehtävää ovat:

Kehittämistoimet (valmistautuminen harjoitteluun):

1. Opiskelijat jaetaan ryhmiin, ja heitä pyydetään muotoilemaan ajatuksia ja perusteluja pohjapiirustuksen laatimiseksi.
2. Suoritetaan asianmukaiset laskelmat
3. Päätetään menettely, joka johtaa heidät etsittyyn optimaaliseen ratkaisuun (esimerkiksi kokeilemalla).

Harjoitustoiminnot (ohjattu harjoittelu -> vapaa harjoittelu):

4. Opiskelijat toteuttavat suunnitelmansa
5. Opettaja valvoo toimintaa
6. Oppilaat työskentelevät käsikirjoituksen (käsikirjoitusten) parissa ja tekevät johtopäätöksen (johtopäätökset).

Tärkeimmät materiaalit ja resurssit, joita tarvitaan hyvin dokumentoidun opetussuunnitelman toteuttamiseen STEM Labyrinth -sovelluksen avulla, ovat seuraavat:

- hyvä internet-yhteys
- valkotaulu ja/tai interaktiivinen taulu ja/tai fläppitaulu



- tabletit (yksi Android-tabletti kahta tai kolmea oppilasta kohden), joihin on asennettu STEM Labyrinth -sovellus.
- IO3-ohjeet (tämä asiakirja)
- IO4-oppimismoduulit
- STEM Labyrinth -sovellus, jossa on ladattuja ongelmia.

Hankkeen kolme koulua (Martna-Pohikoulu, Agios-Georgios ja Doukas-koulu) kehittivät **6 oppimissuunnitelmaa** kaikkia STEM-oppiaineita ja niiden yhdistelmiä varten käyttäen joitakin mobiilisovelluksen ongelmia (ks. **LIITE 2**). Seuraavaksi löydät STEM-labyrinth-oppimissuunnitelmien mallin ja taulukon "Lyhyet kuvaukset kuudesta STEM Labyrinth -oppimissuunnitelmasta".

Lyhyet kuvaukset 6 STEM Labyrinth -oppimissuunnitelmasta

Ongelma 1	Kehojen uiminen
Sisältöalueet	Fysiikka, matematiikka, teknologia
Oppitunnin kesto	2x 45 min
Tavoiteltavat luokka-asteet, ikä	8 luokka, 14-15
Lyhyt kuvaus oppitunnista	Oppitunnilla: 1. Esitetään uinnin, kellumisen ja uppoamisen olosuhteet. 2. Painovoimaa ja kelluvuutta koskevat kokeet tehdään pareittain simulaattorin avulla. 3. Uimavartaloihin liittyviä ongelmia ratkaistaan soveltamalla STEM Labyrinth -menetelmää sovelluksen avulla.
Yleiset tavoitteet	- soveltaa tieteellistä menetelmää ongelman ratkaisemiseksi - kehittää tieteellisten tekstien lukemisen ja ymmärtämisen taitoa. - saada käsitys fysiikan yhteyksistä teknologiaan. - kehittää tieteeseen ja teknologiaan liittyvää lukutaitoa, luovuutta ja järjestelmällistä ajattelua.
Erityiset tavoitteet	- tuntemaan seuraavat termit: painovoima, kelluvuus, tiheys, uinti, kelluminen, uppoaminen. - tietää kelluvuuden ja painovoiman laskentakaavat. - tehdä kokeita simulaattorin avulla - mittaamaan, keräämään ja analysoimaan tietoja

Ongelma 2	Pythagoraan lause
Sisältöalueet	Geometria
Oppitunnin kesto	45 min
Tavoiteltavat luokka-asteet, ikä	9 th luokka, 15-16
Lyhyt kuvaus oppitunnista	Oppitunnilla: 1. Katsotaan lyhyt animaatio Pythagoraan lauseesta. 2. Pythagoraan lausetta koskevat tehtävät ratkaistaan soveltamalla STEM Labyrinth -menetelmää sovelluksen avulla.
Yleiset tavoitteet	- soveltaa tutkivia oppimismenetelmiä ongelman ratkaisemiseksi;



	- Pythagoraan lauseen käyttäminen tosielämän tilanteissa ratkaisun löytämiseksi.
Erityiset tavoitteet	- tietää suorakulmaisen kolmion jalkojen ja hypotenuusan väliset suhteet: - tietää kaavan, jolla lasketaan suorakulmaisen kolmion jalkojen ja hypotenuusan mitat.

Ongelma 3	Pelastusrengas pelastaa ihmishenkiä tarvittaessa
Sisältöalueet	Fysiikka, matematiikka, teknologia
Oppitunnin kesto	90'
Tavoiteltavat luokka-asteet, ikä	16-17
Lyhyt kuvaus oppitunnista	Tutkimme, miten minimoidaan aika, jonka pelastusrengas tarvitsee saavuttaakseen tietyn pisteen altaan reunalla sijaitsevasta pisteestä tiettyyn pisteeseen altaassa.
Yleiset tavoitteet	- soveltaa oppilaiden tietämystä tasaisesta lineaarisesta liikkeestä uudessa tilanteessa. - oppia löytämään optimaalinen ratkaisu ratkaisemalla minimointiongelman.
Erityiset tavoitteet	- kouluttaa oppilaita käyttämään interaktiivisia sovelluksia ongelman laskennallista lähestymistapaa varten.

Ongelma 4	Molekyylin koon arviointi öljykalvon avulla
Sisältöalueet	Kemia, fysiikka, matematiikka
Oppitunnin kesto	90'
Tavoiteltavat luokka-asteet, ikä	14-15
Lyhyt kuvaus oppitunnista	Tutkimme kokeen avulla, miten öljy sekoittuu veteen ja miten öljyvuoto syntyy, ja mittaamme öljymolekyylin koon. Toiminta liittyy läheisesti meren saastumiseen.
Yleiset tavoitteet	- öljymolekyylin koon mittaaminen yksinkertaisilla materiaaleilla: oliiviöljy, vesi, pieni mittausastia, pipetti, viivoitin, hienojakoinen jauhe/lykopodiumjauhe (kuivattu siitepöly), suuri kuiva tarjotin, laskin.
Erityiset tavoitteet	- yhdistää tietoja ja taitoja monilta aloilta: fysiikasta, kemiasta, matematiikasta ja ympäristöopista realistisen ongelman (öljyvuotojen aiheuttama saastuminen) tutkimiseksi.

Ongelma 5	Liikkuminen maan pinnalla tai maapallon ympärillä
Sisältöalueet	Fysiikka, matematiikka, mekaniikka, ympäristö
Oppitunnin kesto	2 * 45 min
Tavoiteltavat luokka-asteet, ikä	9. - 10. luokka, iät: 15-16



Lyhyt kuvaus oppitunnista	Löydämme kolme todellista esimerkkiä ja yhden hypoteettisen esimerkin, jotka herättävät kysymyksiä etäisyyksistä, kiihtyvyyksistä, turvallisuudesta ja siitä, miten nopeus voi merkitä elämän ja kuoleman välistä eroa. 1. kiertoradat Maan kehän ympäri, olivatpa ne sitten hyvin lähellä sitä (1 metrin "köysi") tai kaukana (kuten ISS:n kiertorata), 2. kokeile "nopein sprintteri" gepardi vs. nopein "pitkänmatkan juoksija" antilooppi, 3. polkupyörän liikkuminen.
Yleiset tavoitteet	- interaktiivisten sovellusten ja pelillistämisen käyttö ongelmanratkaisussa - liikettä koskevan tiedon soveltaminen eri tilanteissa
Erityiset tavoitteet	- käyttämällä kahta pääsuuretta pituus-aika ja neljää siihen liittyvää suuretta etäisyys-ympärysmitta-nopeus-kiihtyvyys. - fysikaalisten ja matemaattisten kaavojen soveltaminen edellisten suureiden mittaamiseen.

Ongelma 6	Vapaasta pudotuksesta satelliittien kiertoradalle asti
Sisältöalueet	Fysiikka, matematiikka, teknologia
Oppitunnin kesto	2 * 45 min
Tavoiteltavat luokka-asteet, ikä	10.-11. luokka, lkä: 16-17+
Lyhyt kuvaus oppitunnista	Tutustumme painovoiman pääpiirteisiin kahden todellisen esimerkin ja yhden hypoteettisen esimerkin avulla, ja kysymykset koskevat nopeuksia, etäisyyksiä, massoja, voimia ja kiertoratoja: 1. tutki laskuvarjohyppääjän putoamista, 2. Kokeile Newtonin tykinkuulaa, 3. Tesla Roadsterin laukaisu Maan painovoiman otteesta pakenemista varten.
Yleiset tavoitteet	- interaktiivisten sovellusten ja pelillistämisen käyttö ongelmanratkaisussa. - liikettä ja voimaa koskevien tietojen soveltaminen
Erityiset tavoitteet	- kolmen pääsuureen <i>pituus-aika-massa</i> ja neljän siihen liittyvän suureen <i>nopeus-kiihtyvyys-paino-voima</i> käyttö - fysikaalisten ja matemaattisten kaavojen soveltaminen edellisten suureiden mittaamiseen.



ANNEX 7

STEM Labyrinth
LESSON PLAN 1

1. OVERVIEW	
Lesson Topic	Swimming of bodies
Content Areas	Pressure of bodies
Duration of the Lesson	2x 45 min
Target grades / Age	8 grade/ 14-15
Brief description of the lesson	In the lesson: 1. Conditions of swimming, floating and sinking are introduced. 2. Experiments about gravity and buoyancy are conducted in pairs using a simulator. 3. Problems about swimming bodies are solved by applying a labyrinth method using an app.
2. LEARNING OBJECTIVES	
General objectives	Students: • can apply a scientific method to solve a problem. • has an overview of terms in physics and can use them; • develops a skill of reading and understanding scientific texts; • gets an insight into physics connections with technology. • develops literacy related to science and technology, creativity and systematic thinking.
Particular objectives	Students: • knows the following terms: gravity, buoyancy, density, swimming, floating, sinking; • knows the formulas for calculating buoyancy and gravity; • conducts experiments using a simulator; • measures, collects and analyses data; • solves problems.
21st century skills gained	• critical thinking and problem solving; • creativity; • communication and cooperation; • management and use of information; • using ICT.
3. METHODOLOGY	
Teaching methods	• slideshow • video • cooperative learning;
Teaching techniques	• discussion • problem solving, • conducting experiments.
Prerequisites	Student • knows units of mass, gravity, buoyancy, density and the constant of gravity; • can conduct experiments using a simulator; • can calculate a mass of a body, values of buoyancy and gravity; • can read instructions and follow them;



	• solves problems using the labyrinth method.
Materials	• video; • simulator; https://phet.colorado.edu/sims/html/density/latest/density_en.html • computer with internet connection, projector; • worksheet on paper or online; • computers for students; • MobileApp Stem Labyrinth; • writing implements.
Resources used by the teacher	• Google Docs • GoogleSlides • Youtube • Transum • simulator; https://phet.colorado.edu/sims/html/density/latest/density_en.html
Resources for the students	• Google Docs • simulator of experiments in physics; https://phet.colorado.edu/sims/html/density/latest/density_en.html • MobileApp
4. IMPLEMENTATION (organization of the lesson)	
Introduction/ Motivation (20 min)	
• Greetings, introduction of the content and aims of the lesson. • Introductory video; • Discussion on the video watched. Students find examples of swimming bodies from the real world. • The teacher draws a map onto a blackboard or a screen.	
Main Activity (50 min)	
1. The teacher divides students into pairs using Transum; 2. The teacher introduces the steps of the activity and gives each pair a worksheet. 3. Students: ○ Familiarize themselves with the worksheet, the teacher explains what to do. ○ do the first three exercises about theory. The teacher helps if needed. ○ open the simulator on the internet. ○ conduct experiments, fill the tables with data, perform calculations. The teacher helps if needed. ○ introduce the results of experiments they conducted and results of discussions. ○ solve example exercises on worksheets. 4. Teacher concludes the topic shortly.	
Reflection/Closing Activity (20 min)	
• Students solve the task about swimming of bodies in the app made using the labyrinth method. • The teacher concludes the lesson and introduces homework.	



5. EVALUATION / ASSESSMENT

Assessment

Type:
(what is
measuring,
assessing)

- real world problem solving skill;
- cooperation and communication;
- critical thinking;
- creativity.

6. Real-world application

Students find examples of swimming bodies from the real world. They take photos of these and use them to illustrate exercises which they make themselves.

7. Assignment

Homework:

Students make an exercise about swimming bodies using Google Docs. It should consist of two parts: a sheet with a problem and a sheet with an answer including a full solution.

8. Extension

Author: Järvi Kimst

Annex 7.1 Worksheet

Name:

Date:

Swimming, floating, sinking

1) Name swimming conditions:

Body swims if ...

- 1).....
- 2).....
- 3).....

2) Fill in the gaps.

	Swimming	Floating	Sinking
The body is in liquid...			



Compare densities of the body and the liquid ($> = <$) $\rho_b \dots \rho_l$ $\rho_b \dots \rho_l$ $\rho_b \dots \rho_l$

Compare the buoyancy and the gravity of the body $F_b \dots F_g$ $F_b \dots F_g$ $F_b \dots F_g$

($> = <$)

3) Compare swimming and floating.

Similarities:

Differences:

4) Open the website https://phet.colorado.edu/sims/html/density/latest/density_en.html

Task 1

Turn on intro. Select the two-block model from the right corner. Then choose wood and brick as materials. Set the weight of both bodies to 4kg.

Mark in table:

- How much gravity applies to a wooden block on the ground? Calculate.
- Place the wooden block in the water. What do you notice?
- What is the buoyancy of the wooden block in the water? Calculate.
- Mark in the table whether the body is swimming, floating or sinking.
- How much gravity applies to a brick on the ground? Calculate.
- Put the brick in the water, what do you notice?
- How much buoyancy applies to the brick in the water? Calculate.
- Mark in the table whether the body is swimming, floating or sinking.

wood:	Volume	Gravity	Buoyancy	Does the body swim, float or sink?
on the ground				
in the water				

brick:	Volume	Gravity	Buoyancy	Does the body swim, float or sink?
on the ground				
in the water				

Discuss why a wooden block has a bigger buoyancy in the water than a brick.

.....



Task 2

Now set the same bodies to equal volume.

Mark in table:

- the mass of both bodies on the ground.
- gravity applying to both bodies.
- place the bodies in the water. What do you notice?
-
- buoyancy applying to both bodies.
- find out how much the body masses seem lighter in the water.

	Mass	Gravity	Buoyancy	The body mass in the water
wood				
brick				

Discuss why bodies seem to be lighter in water? When justifying, use the terms gravity and buoyancy.

.....

5) Mark in the formula of buoyancy the following symbols and their units.

$$F_b = \rho_l g V$$

	Name of the symbol	Symbol of the unit	Name of the unit
F_b			
ρ_l			
g			
V			

How much of the buoyancy force is applied to a wooden block with a volume of 10 m³ when sunk completely in water? The density of water is 1000 kg / m³.

Granite stone with a volume of 500 cm³ is placed entirely in the water. How much extra force must be applied to it so that it does not sink. The density of water is 1000 kg / m³, the density of granite is 2600 kg / m³.

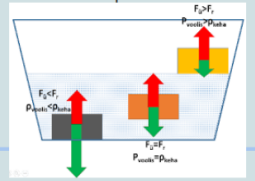
Used materials:

- <http://opiq.ee>



- Pixabay.com

Annex 7.2 Presentation

 Conditions of swimming body 2022	The bodies in the water are affected by two forces - the gravity affecting the body, which is directed down, and the buoyancy of the fluid that is directed up. 
FLOAT  Buoyancy is equal to gravity SWIM  SINK  Buoyancy is less than gravity	Characteristics of swimming: 1. The body is partially fluid. (Output fluid mass = body mass) 2. If the gravity is less than the buoyancy, $F_g < F_b$, the body will rise to the surface. The body rises out of the water so that buoyancy and gravity affecting the part of the body underneath water become equal, as a result the body swims. $F_g = F_b$ 3. The average density of the body is less than the density of the liquid. $\rho_b < \rho_l$
Characteristics of floating: 1. The body is fully in the liquid. 2. The body's buoyant force is equal to the body's gravitational force. $F_b = F_g$ 3. The average density of the body is equal to the density of the liquid. $\rho_b = \rho_l$	Characteristics of sinking: 1. The body is fully in the liquid. 2. The body's buoyant force is less than the body's gravitational force. $F_g > F_b$ 3. The average density of the body is higher than the density of fluid. $\rho_b > \rho_l$
Whether the body sinks, swims or floats depends on the density of the body and the liquid. • According to the Archimedes principle, the buoyancy depends on the density of the liquid and the volume of the body: $F_b = \rho_l g V.$ • We can analogously express the gravitational force of the body $F_g = m_b g$ through its density ρ_b and volume V using the formula $F_g = \rho_b g V.$	Used literature and photographs - Pärtel, E., Loide R-K. (2018). Physics Form 8. Tallinn: Koolibri - Pixabay.com



Thanks for the attention!



ANNEX 8

STEM Labyrinth LESSON PLAN 2

1. OVERVIEW	
Lesson Topic	Pythagorean Theorem
Content Areas	Geometry
Duration of Lesson	45 min
Target grades/ Age	9 th grade/ 15-16
Brief description of the lesson	In the lesson: 1. The short animation about Pythagorean theorem is watched 2. Exercises about Pythagorean theorem are solved by applying a labyrinth method using an app.
2. LEARNING OBJECTIVES	
General objectives	Student: • can apply investigative learning methods to solve a problem; • uses Pythagorean theorem in real life situations to find solution.
Particular objectives	Student • knows about relations between legs and hypotenuse in a right triangle: • knows the formula for calculating measurement of legs and hypotenuse of the right triangle • solves problems.
21st century skills gained	• critical thinking and problem solving; • managing and using information; • using ICT.
3. METHODOLOGY	
Teaching methods	• cooperative learning; • peer teaching.
Teaching techniques	• discussion; • problem solving,
Prerequisites	Student • knows units of distance; • can calculate squares and square roots; • can find dimensions of legs and hypotenuse in a right triangle;



	• can read and follow given instructions.
Materials	• a video - https://www.youtube.com/watch?v=elr2w5jrFbQ; • a computer with internet connection, a projector; • tablets for students
Resources used by the teacher	• Google Classroom • Youtube • Classroomscreen. com •
Resources for the students	• Google Classroom • STEM Labyrinth app
4. IMPLEMENTATION (organization of the lesson)	
Introduction/ Motivation (10 min)	
• Greeting, introduction of the topic and the aims of the lesson. • Introductory <u>video</u>. • Discussion based on the watched video. Students find examples from their daily lives.	
Main Activity (30 min)	
1. The teacher pairs up the students by using Classroomscreen. 2. The teacher introduces the activity and the work principle of the STEM Labyrinth app. 3. The teacher writes on a blackboard or shows with the projector all possible problems related to the Pythagorean theorem. 4. Students: * familiarize themselves with the STEM Labyrinth App * find suitable problems for Pythagorean Theorem . Two different problems per pair *solve the problems separately *compare with peer the results they have got *pairs introduce their results to the classmates. 5. Teacher makes a leaderboard of the three best results by using the STEM Labyrinth App *** For the faster pairs teacher gives extra exercises from https://www.ixl.com/math/geometry/pythagorean-theorem	
Reflection/Closing Activity (5 min)	
• The students give feedback of the learning process with the STEM Labyrinth App • The teacher concludes the lesson.	
5. EVALUATION / ASSESSMENT	
Assessment Type: (what is measuring, assessing)	• Problem solving skill • Cooperation and interaction • Critical thinking skill
Evaluation tools (instruments)	• Grading model
6. Real-world application	
The students solve real-world problems	
7. Assignment	
Oral feedback	



8. Extras

Author: Kairi Mustjatse

ANNEX 9

STEM Labyrinth LESSON PLAN 3

1. OVERVIEW	
Lesson Topic	Lifbuoy saves lives when needed
Content Areas	Physics, Mathematics, IT
Duration of Lesson	90'
Target grades/ Age	16-17
Brief description of the lesson	We will investigate how to minimize the time needed for a lifbuoy starting from a specific point on the perimeter of a pool to reach a particular point in the pool.
2. LEARNING OBJECTIVES	
General objectives	To enable students to apply their knowledge of uniform linear motion in a novel situation. To learn how to find an optimal solution by solving a minimization problem.
Particular objectives	To train the students in the use of interactive applets, for computational approaches to the problem.
21st century skills gained	Computational methods as an integral mathematical tool and the use of interactive applets to facilitate computation. 21st century skills: • Critical thinking • Collaboration • Curiosity and inquiry • Problem-solving • Imagination
3. METHODOLOGY	
Teaching methods	• Teacher 1 (EC1): Teacher of Physics - Teaching of uniform linear motion and/or uniformly accelerated motion – Classroom



	- Teacher 2 (EC2): Teacher of Mathematics - Teaching optimization problems – Classroom - Teacher 3 (EC3): Teacher of Mathematics or IT teacher - Teaching how to transform a problem to an interactive applet and how to approach the solution with computational methods – IT Lab The coordinator may be the Teacher of Mathematics Teaching methods: - The Discussion Method - Cooperative learning - Student-centred Approach to Learning
Teaching techniques	Discussion, problem solving, experimentation, mathematical and computational calculations
Prerequisites	Students are taught the calculation of distance and time in uniform linear motion
Materials	Whiteboard/interactive board/flipchart, STEM Labyrinth Mobile App, student handout(s), calculator
Resources used by the teacher	Whiteboard/interactive board/flipchart, computer with suitable software, videos, handouts, laboratory, STEM Labyrinth Mobile App
Resources for the students	Physics/Chemistry/Mathematics teachers, handouts, graph paper, calculator, STEM Labyrinth Mobile App
4. IMPLEMENTATION (organization of the lesson)	
Introduction/ Motivation (10 min)	
Activities of the teacher(s) and students (creation of interest, reference to real value issues, relation to background experiences etc.) - Discussion of issue (minimizing time of intervention to save lives) - Discussion of background knowledge - Discussion of main activity.	
Main Activity (30 min)	
Development activities (preparation for practice) - Students are divided into groups and asked to formulate thoughts and arguments to make a layout plan - Carry out appropriate calculations - Decide the procedure that will lead them to the optimal solution sought (for example experimentation) Practicing activities (guided practice -> free practice) - Students carry out their plan - Teacher supervises activity - Students work on handout(s) and draw conclusion(s)	
Reflection/Closing Activity (5 min)	
Activities of the teacher(s) and students - Students submit results to the teacher - Teacher summarizes results and guides students to draw final conclusion	
5. EVALUATION / ASSESSMENT	



Assessment Type: (what is measuring, assessing)	- Teacher assesses design skills and group-work skills during activity - Teacher assesses critical thinking and mathematical and computational skills through handout - Teacher assesses the students' knowledge through the Stem Labyrinth Application *Pre-Activity, Activity-Embedded, Post-Activity Assessment
Evaluation tools (instruments)	Activity handout(s) (formative assessment), <i>STEM Labyrinth</i> Mobile App after concluding the activity after concluding the activity
6. Real-world application	
- where it can be applied - design questions to put the students in real – life situations (the Least Action Principle in Physics can be discussed as a generalization) - invite guest speakers - real world research	
7. Assignment	
Study behavior of light as an extension Ask students to consider other cases of minimization/maximization Report back to the class	

Author: Agios Georgios Lyceum
ANNEX 10

STEM Labyrinth LESSON PLAN 4

1. OVERVIEW	
Lesson Topic	Estimating the size of a molecule using an oil film
Content Areas	Chemistry, Physics, Mathematics
Duration of Lesson	90'
Target grades/ Age	14-15
Brief description of the lesson	We will investigate through an experiment how oil mixes with water and how an oil spill develops and to measure the size of an oil molecule. The activity is closely related to the pollution of the sea.
2. LEARNING OBJECTIVES	
General objectives	The purpose of the activity is to measure the size of the oil molecule with simple materials: olive oil, water, small volumetric container, eyedropper, ruler, fine powder/lycopodium powder (dried pollen), large dry tray, calculator.
Particular objectives	The activity enables students to synthesize knowledge and skills from many fields: physics, chemistry, mathematics, and environmental studies to study a realistic problem (pollution from oil spills).
21st century skills gained	The atomic and/or molecular structure of matter (otherwise kinetic theory of matter) is one of the basic concepts of science at all levels. Knowledge of the size of atoms/molecules is important and necessary for a better understanding of the importance of atomic theory. 21st century skills: • Creativity and Critical thinking • Collaboration



	• Curiosity and inquiry • Problem-solving • Perseverance
3. METHODOLOGY	
Teaching methods	• Teacher 1 (EC1): Teacher of Physics - Teaching of the Atomic Theory of Matter - Classroom - Teacher 2 (EC2): Teacher of Chemistry - Teaching oil-water interaction - Shape of oil molecule - Teacher 3 (EC3): Teacher of Mathematics - Teaching geometric volumes - processing of algebraic formulas - proportions. The coordinator may be the Teacher of Physics. Teaching methods: • Cooperative learning • Student-centred Approach
Teaching techniques	Discussion, problem solving, experimentation, mathematical and computational calculations
Prerequisites	Kinetic/atomic theory of matter, basic behavior of oil on water, shape of oil molecule, simple algebraic manipulation
Materials	Whiteboard/interactive board/flipchart, STEM Labyrinth Mobile App, student handout(s), laboratory with suitable equipment (large shallow tray, clean water, olive oil, fine powder/lycopodium powder, dropper, ruler, means of disposing used water)
Resources used by the teacher	Whiteboard/interactive board/flipchart, computer with suitable software, videos, handouts, laboratory, STEM Labyrinth Mobile App
Resources for the students	Physics/Chemistry/Mathematics teachers, handouts, laboratory, STEM Labyrinth Mobile App
4. IMPLEMENTATION (organization of the lesson)	
Introduction/ Motivation (10 min)	
Activities of the teacher(s) and students (creation of interest, reference to real value issues, relation to background experiences etc.) - Discussion of issue (oil spillages / sea pollution) - Discussion of background knowledge - Discussion of main activity.	
Main Activity (30 min)	
Development activities (preparation for practice) - Demonstration of equipment and discussion of procedure - Safety precautions - Discussion of mathematical procedures Practicing activities (guided practice -> free practice) - Students carry out their plan - Teacher supervises activity - Students work on handout(s) and draw conclusion(s)	
Reflection/Closing Activity (5 min)	
Activities of the teacher(s) and students	



- Students submit results to the teacher - Teacher summarizes results and guides students to draw final conclusion	
5. EVALUATION / ASSESSMENT	
Assessment Type: (what is measuring, assessing)	- Teacher assesses design skills and group-work skills during activity - Teacher assesses critical thinking and mathematical skills through handout - Teacher assesses the students' knowledge through the Stem Labyrinth Application *Pre-Activity, Activity-Embedded, Post-Activity Assessment
Evaluation tools (instruments)	Activity handout(s) (formative assessment), <i>STEM Labyrinth</i> Mobile App after concluding the activity after concluding the activity
6. Real-world application	
- where it can be applied - design questions to put the students in real – life situations - invite guest speakers - real world research	
7. Assignment	
Study a specific oil spillage in the sea near Cyprus, and how the authorities dealt with it. Report the results of the study to the class.	

Author: **Agios Georgios Lyceum**

ANNEX 11

STEM Labyrinth LESSON PLAN 5

1. OVERVIEW	
Lesson Topic	Moving on the surface or around the Earth
Content Areas	Physics, Mathematics, Mechanics, Environment
Duration of Lesson	2 * 45 min
Target grades/ Age	9th - 10th grade, ages: 15-16
Brief description of the lesson	We discover the main features of motion, the distance, the velocity, the acceleration and the time with three real-world examples and one hypothetical: 1. study of the sizes related to circular orbits around the circumference of the Earth, whether they are very close to it (a "rope" at 1 meter) or they are far (such as the orbit of the ISS), 2. experiment with the "fastest sprinter" Cheetah trying to reach the fastest "long-distance runner" Antelopes, 3. observation of the movement of a bicycle that starts moving, accelerates, moves at a constant velocity and finally decelerates to stop. The questions for these real journeys on the surface and around the Earth are about distances velocities, accelerations and safety. Speed can mean the difference between life and death.
2. LEARNING OBJECTIVES	
General objectives	• using of interactive applets and gamification for problem solving • applying knowledge about motion in different situations
Particular objectives	• using the 2 main quantities length-time and the 4 related quantities <i>distance-perimeter-velocity-acceleration</i> • applying physical & mathematical formulas for the measurement of the previous quantities



21st century skills gained	• using and processing information • critical thinking and problem solving • curiosity and inquiry • collaboration
3. METHODOLOGY	
Teaching methods	• collaborative learning • gamification
Teaching techniques	• brainstorming • experimentation • problem solving
Prerequisites	• can read and follow given instructions • can calculate powers and roots • can use the basic formulas of: <i>distance-perimeter-velocity-acceleration</i>
Materials	• good internet connection • whiteboard and/or interactive board and/or flipchart • tablets (one tablet per two students) • STEM Labyrinth App installed in the tablets
Resources used by the teacher	• IO3 Guidelines • IO4 Learning Modules • STEM Labyrinth App • Doukas School Problems 12, 10 and 07 <i>(given at the Implementation Section)</i>
Resources for the students	• YouTube and relates links • STEM Labyrinth App • Web-based Apps <i>(links are given at the Implementation Section)</i>
4. IMPLEMENTATION (organization of the lesson)	
Introduction/ Motivation (15 min)	
- Introduction of the topic and the aims of the lesson <i>Two introductory videos:</i> - Springboks Antelopes vs Cheetahs - Wild Africa - Where is the International Space Station?	
Main Activity (2*30 min)	
1. Discussion: What are the common and the different concepts about motion in the above videos? What are the differences between distance and position, about moment, minute and time? 2. <i>Play with the App: D12-Problem "From the "rope around the Earth" to the "orbit of the ISS" (doc file)</i> 3. Discussion: How quickly our position can change? We can divide distance by time, but we can also divide time by distance? What's the difference? What we decided? 4. <i>Play with the App: D10-Problem "Cheetahs vs Antelopes" (doc file)</i> 5. Discussion: What distances they must have in order for a chase to succeed or fail? Success for one animal is a failure for the other and vice versa. Speed can mean the difference between life and death.	

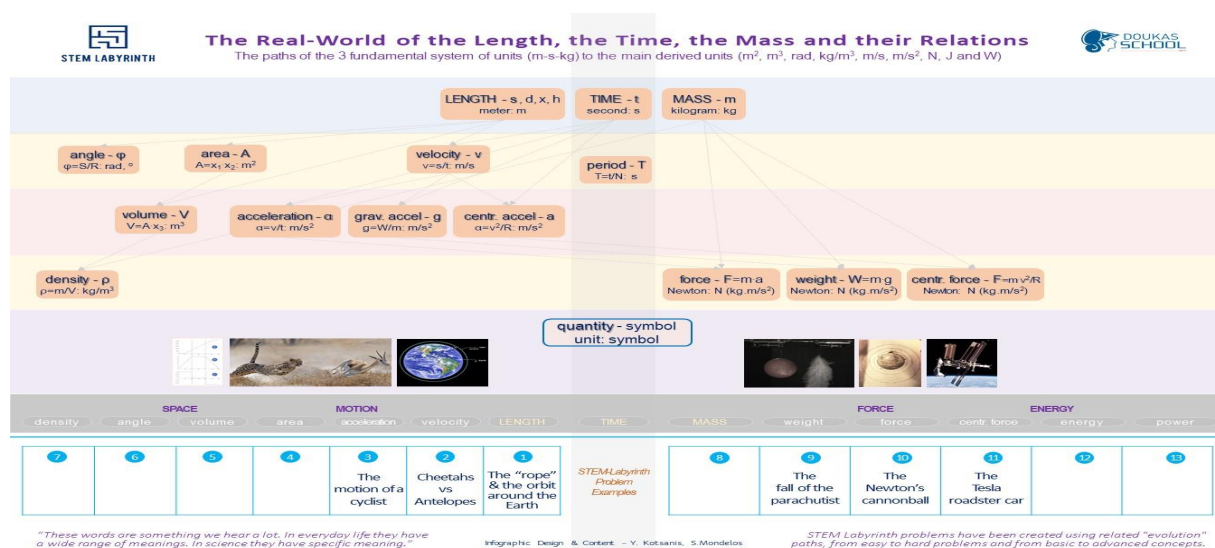


6. Presentation: What are the safety reminders to keep cyclists safe? 7. Play with the App: D07-Problem "The motion of a cyclist" (doc file) 8. Discussion: What are the maximum permitted speed for bicycles? What are the speed of satellites? How fast can the speed change? What does this mean? What is the acceleration of satellites? <i>Note: All the needed physical & mathematical formulas for the measurement of the quantities are given to the ANNEX 11.1</i>	
Reflection/Closing Activity (15 min)	
• The students submit results from the apps to the teacher • The students give feedback of the learning process with the STEM Labyrinth App • The teacher or the students summarizes results and the teacher guides students to draw final conclusions	
5. EVALUATION / ASSESSMENT	
Assessment Type: (what is measuring, assessing)	• Score assessment from the STEM Labyrinth App (indicative) • Qualitative assessment of students' participation in the discussion and answering of teacher's questions • Qualitative assessment of students' collaboration during the activities
Evaluation tools (instruments)	• Scoring measurement of the <i>STEM Labyrinth</i> App (optional)
6. Real-world application	
• design questions to put the students in similar or other real-life situations (the questions can also be asked by the students) • real world research of similar cases	
7. Assignment	
• experimentation with the links of the "Fun Facts" of the 3 problems: The ancient problem of "rope around the Earth" https://mathimages.swarthmore.edu/index.php/Rope_around_the_Earth, https://www.abc.net.au/science/surfingscientist/pdf/conundrum17.pdf Cheetahs and antelopes are savanna animals that have a predator-prey relationship https://www.britannica.com/list/the-fastest-animals-on-earth, Springboks Antelopes vs Cheetahs Wild Africa BBC Earth, https://www.britannica.com/animal/cheetah-mammal, https://www.britannica.com/animal/pronghorn European laws and safety about the bicycle https://en.wikipedia.org/wiki/Electric_bicycle_laws, https://caask.ca/about-caa/advocacy-safety/bike-safety The story and the STEAM behind my bike, https://drive.google.com/file/d/1tyXJiyDt_oRywHeM3F96_WbTl43w4_fQ What is the International Space Station? https://www.nasa.gov/audience/forstudents/5-8/features/nasa-knows/what-is-the-iss-58.html. Where is the International Space Station? https://www.esa.int/Science_Exploration/Human_and_Robotic_Exploration/International_Space_Station/Where_is_the_International_Space_Station	



Author: Yannis Kotsanis, Spyros Mondelos

ANNEX 11.1 The Infographic of "The Real-World of the Length, the Time, the Mass and their Relations" ([Google Drive Link](#))



ANNEX 12

STEM Labyrinth LESSON PLAN 6

1. OVERVIEW	
Lesson Topic	From the free fall to the orbit of the satellites
Content Areas	Physics, Mathematics, Technology
Duration of Lesson	2 * 45 min
Target grades/ Age	10th - 11th grade, ages: 16-17+
Brief description of the lesson	We discover the main features of the gravity with two real-world examples and one hypothetical: 1. study the fall of a parachutist (parachute jumper) with or without air resistance, with or without the use of a parachute, 2. experiment with the Newton's cannonball 3. launch of the Tesla Roadster for escaping out of Earth's gravitational grip. The main questions for these real journeys are about velocities, distances, masses, forces and the orbits.
2. LEARNING OBJECTIVES	
General objectives	• using interactive applets and gamification for problem solving • applying knowledge about motion and force
Particular objectives	• using the 32 main quantities <i>length-time-mass</i> and the 4 related quantities <i>velocity-acceleration-weight-force</i> • applying physical & mathematical formulas for the measurement of the previous quantities



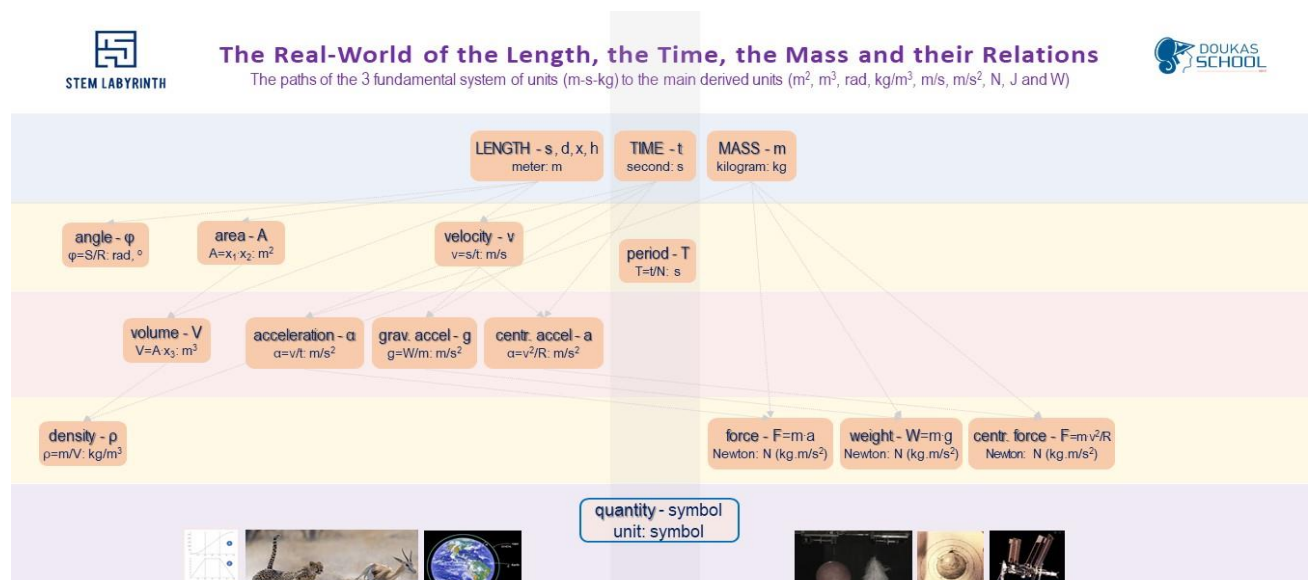
21st century skills gained	• using and processing information • critical thinking and problem solving • curiosity and inquiry • collaboration
3. METHODOLOGY	
Teaching methods	• collaborative learning • gamification
Teaching techniques	• brainstorming • experimentation • problem solving
Prerequisites	• can read and follow given instructions • can calculate powers and roots • can use the basic formulas of: <i>velocity-acceleration-weight-force</i>
Materials	• good internet connection • whiteboard and/or interactive board and/or flipchart • tablets (one tablet per two students) • STEM Labyrinth App installed in the tablets
Resources used by the teacher	• IO3 Guidelines • IO4 Learning Modules • <i>STEM Labyrinth App</i> • Doukas School Problems 09, 16 and 17 <i>(given at the Implementation Section)</i>
Resources for the students	• YouTube and relates links • <i>STEM Labyrinth App</i> • Web-based Apps <i>(links are given at the Implementation Section)</i>
4. IMPLEMENTATION (organization of the lesson)	
Introduction/ Motivation (15 min)	
- Introduction of the topic and the aims of the lesson <i>Two introductory experiments:</i> - Classroom experiment and discussion: Throwing two different paper sheets - Watching “The astronaut's experiment with a hammer and a feather” https://www.youtube.com/watch?v=ZVfhztmK9zl	
Main Activity (2*30 min)	
1. Discussion: What can cause the fall and delay or accelerate the fall? 2. Watching the video: “Bowling ball and feathers falling in vacuum” (NASA world's biggest vacuum chamber) https://www.youtube.com/watch?v=E43-CfukEgs 3. Play with the App: D09-Problem “The fall of the parachutist” (doc file) 4. Discussion: The free fall and the horizontal shot 5. Play with the App: D16-Problem “The Newton’s cannonball” (doc file) 6. Discussion: From free fall to the law of universal gravitation 7. Play with the App: D17-Problem “The Tesla roadster car” (doc file) 8. Discussion: The speed of satellites. Depends on what? 9. <i>Note: All the needed physical & mathematical formulas for the measurement of the quantities are given to the ANNEX 12.1</i>	



Reflection/Closing Activity (15 min)	
- The students submit results from the apps to the teacher - The students give feedback of the learning process with the <i>STEM Labyrinth</i> App - The teacher or the students summarizes results and the teacher guides students to draw final conclusions	
5. EVALUATION / ASSESSMENT	
Assessment Type: (what is measuring, assessing)	- Score assessment from the <i>STEM Labyrinth</i> App (indicative) - Qualitative assessment of students' participation in the discussion and answering of teacher's questions - Qualitative assessment of students' collaboration during the activities
Evaluation tools (instruments)	Scoring measurement of the <i>STEM Labyrinth</i> App (optional)
6. Real-world application	
- design questions to put the students in similar or other real-life situations (the questions can also be asked by the students) - real world research of similar cases	
7. Assignment	
- experimentation with the links of the "Fun Facts" of the 3 problems: - The experiment of Newton's cannonball: https://en.wikipedia.org/wiki/Newton's_cannonball - Play with the interactive simulation "Newton's Cannon" https://physics.weber.edu/schroeder/software/NewtonsCannon.html - Useful information about the orbital velocity of satellites and planets: https://en.wikipedia.org/wiki/Orbital_speed and the escape speed from Earth's surface: https://en.wikipedia.org/wiki/Escape_velocity and how to calculate orbital velocity: https://enochko.com/blog/newtons-cannonball-and-orbital-velocity - The story of launching the the Tesla Roadster https://where-is-tesla-roadster.space and where is now live... https://where-is-tesla-roadster.space/live	

Author: Yannis Kotsanis, Spyros Mondelos

ANNEX 12.1 *The Infographic of "The Real-World of the Length, the Time, the Mass and their Relations"* ([Google Drive Link](#))



4.6. Mobiilisovelluksen eri ongelmakategorioiden analyysi joidenkin mobiilisovelluksen esimerkkien kuvauksen ja lähestymistavan jälkeen

Ongelmien yleiset luokat, kuten sisältöalueet (oppiaineet ja aiheet), tavoiteltavat luokka-asteet, ikäryhmät ja vaikeustasot sekä kuusi kysymystyyppiä, on esitelty edellisissä jaksoissa. Seuraavissa kahdessa taulukossa esitellään kaikki **luokat**, sekä yleiset että erityiset. Ensimmäinen koskee **ongelmia** ja toinen **kysymyksiä**.

Ongelmaluokat

Vaikeustasot	helppo, keskivaikea, vaikea
Aiheet	Matematiikka, luonnontieteet, kemia, fysiikka, biologia, tietotekniikka.
Aiheet (Ala-aiheet)	Geometria, algebra, funktiot, trigonometria, suhteet, todennäköisyys, ilmastonmuutos, ilmaston lämpeneminen, uusiutuva energia, ympäristö, kestävä kehitys, pH, atomi, orgaaniset yhdisteet, hapettuminen, mekaniikka, kinetiikka, liike, Newtonin lait, tähtitiede, lisääntyminen, genetiikka, bakteerien muuntuminen, virukset, ohjelmointi, HTML, salasanat, algoritmit.
Ikä	14-15, 16-17, 18+
S/T/E/M	



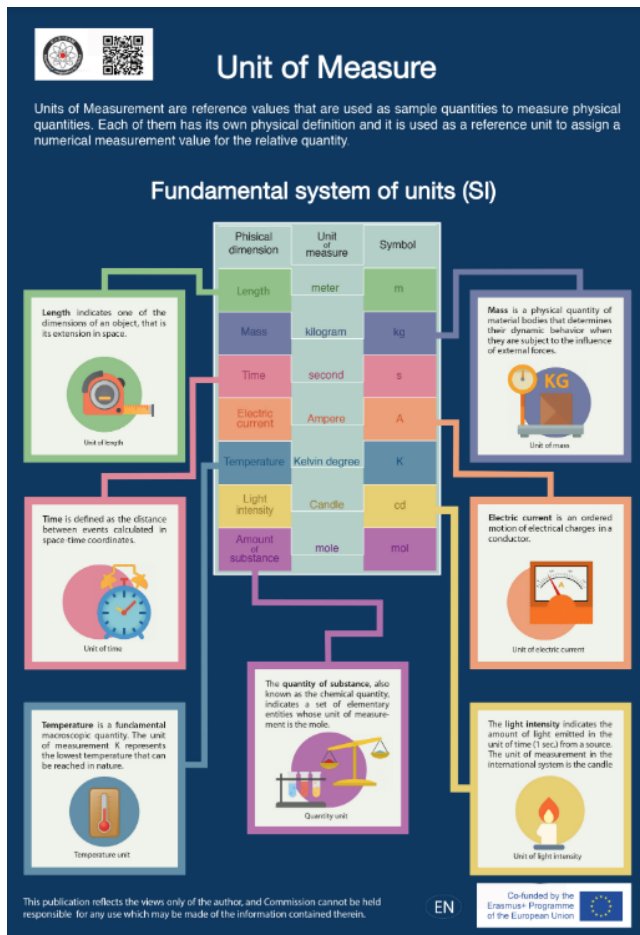
Tyyppi	tosielämä, ajatus (kokeilu) yksinkertainen, monimutkainen, monimuotoinen, kaoottinen (D. Snowden). huonosti määritelty, hyvin määritelty
Tieteen suureet (yksiköt)	pituus (metri), massa (kilogramma), aika (sekunti), sähkövirta (ampeeri), termodynaaminen lämpötila (kelvin), aineen määrä (mooli), valovoima (kandela), pinta-ala, tilavuus, kulma, nopeus, kiihtyvyys, tiheys, voima paino, energia, teho

Ongelmatyypeistä on olemassa monia tutkimuksia ja viitteitä. Esimerkkinä voidaan mainita neljä ongelmatyyppiä: *yksinkertainen*, *monimutkainen*, *monimuotoinen* ja *kaoottinen* (Snowdenin ehdotus). Keskitymmme tässä vain *tieteellisiin ongelmiin*, jotka voivat olla joko *todellisia ongelmia* tai *ajatusongelmia/kokeita*. Yksi lähestymistapa tämän tyyppisten ongelmien käsittelyyn, joka liittyy STEM-opetussuunnitelmaan, on aloittaa ongelman keskeisistä käsitteistä tai suureista (ja niiden yksiköistä). *Maailmamme seitsemän perussuuretta* ja niiden johdannaiset on esitetty seuraavissa kuvissa:

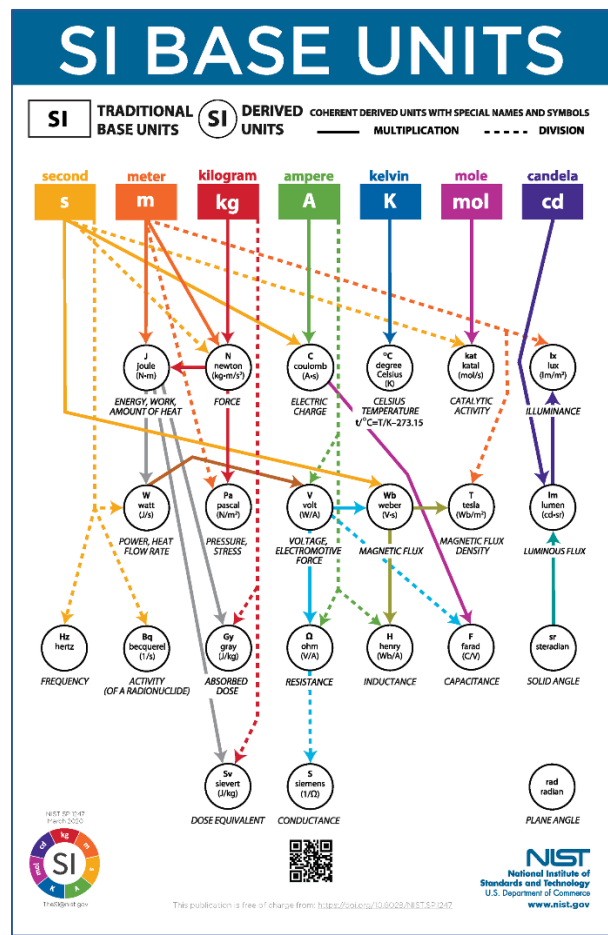
SI Base Units			
Base quantity		Base unit	
Name	Typical symbol	Name	Symbol
time	t	second	s
length	l, x, r , etc.	meter	m
mass	m	kilogram	kg
electric current	I, i	ampere	A
thermodynamic temperature	T	kelvin	K
amount of substance	n	mole	mol
luminous intensity	I_v	candela	cd

Source: NIST Special Publication 330:2019, Table 2.





Lähde: <https://steam-edu.eu/infographics>



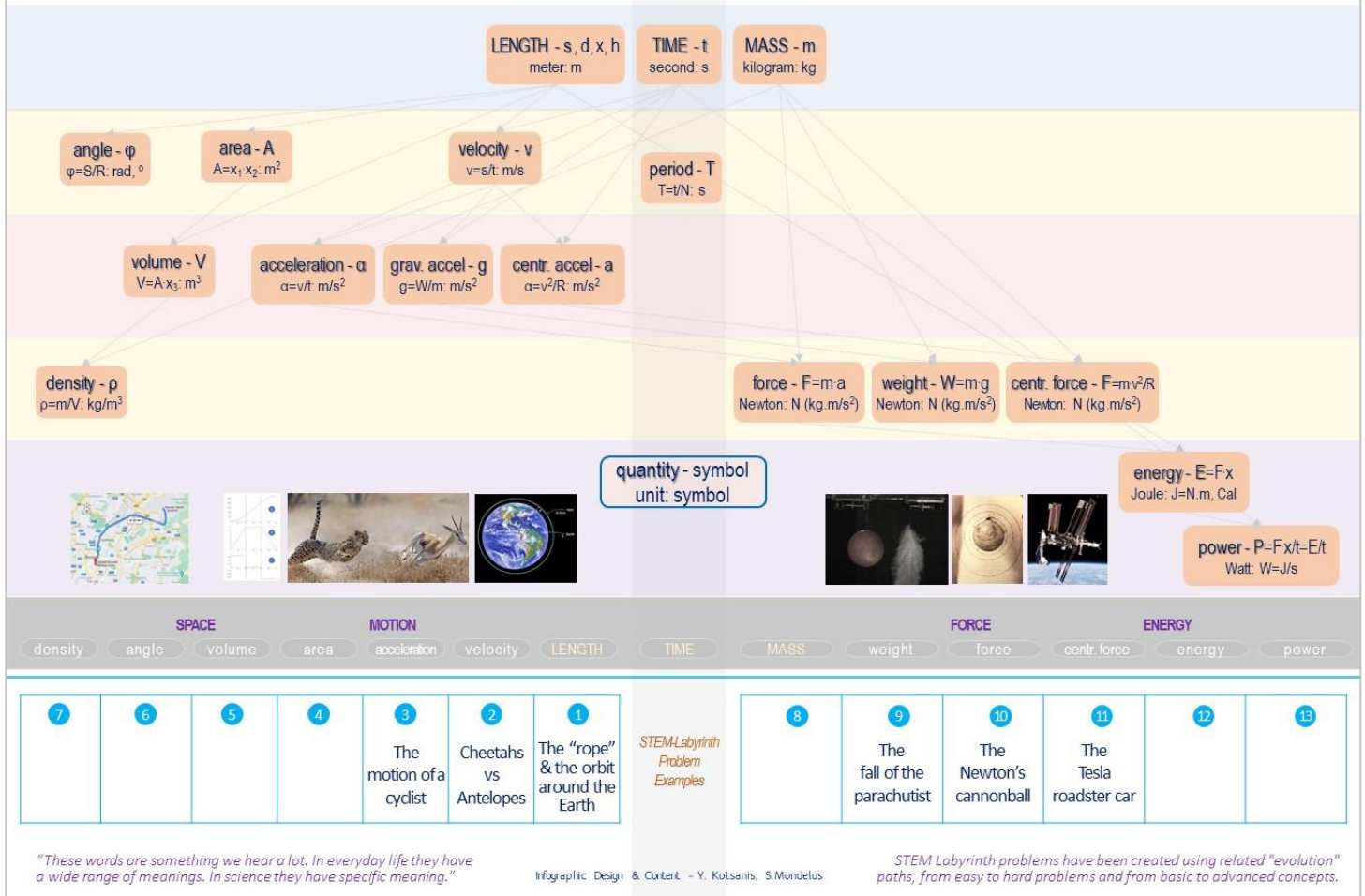
Lähde: <https://www.nist.gov/pml/owm/metric-si/si-units>

Melko suuri osa STEM-labyrintin 100 ongelmasta liittyy näihin ajan, pituuden ja massan perussuureisiin sekä moniin niiden johdannaisiin. Niinpä rakensimme infografin:

"Pituuden, ajan, massan ja niiden suhteiden reaaliaailma", joka sisältää kolmen perusyksikköjärjestelmän (m-s-k) ja niiden tärkeimpien johdettujen yksiköiden (m^2 , m^3 , rad, m/s, m/s^2 , kg/m^3 , N, J ja W) polut. Tällä infografiikalla on kaksi päätarkoitusta:

1. osoittaa kaikki ajan, pituuden ja massan sekä niiden tärkeimpien johdannaisten väliset **yhteydet ja kaavat** ja
2. auttaa meitä seuraamaan **suunnitteluun ja valintaan** liittyviä ongelmia.





Esitimme esimerkin oppimissuunnitelmasta "Liikkuminen maan pinnalla tai maapallon ympäri" (kohta 4.5 ja LIITE 11/12.1), joka perustuu seuraaviin kolmeen ongelmaan:

- D12: "Maata kiertävä köysi ISS:n kiertoradalle" ([doc-tiedosto](#)),
- D10: "Gepardit vs antiloopit" ([doc-tiedosto](#)),
- D07: "Pyöräilijän liike" ([doc-tiedosto](#)).

Vastaava esimerkki on esitetty liitteessä 2 oppituntisuunnitelmassa "Vapaasta pudotuksesta satelliittien kiertoradalle", joka perustuu seuraaviin kolmeen ongelmaan:

- D09: Tehtävä "Laskuvarjohyppääjän putoaminen" ([doc-tiedosto](#)),
- D16: Ongelma "Newtonin tykinkuula" ([doc-tiedosto](#)),
- D17: "Tesla roadster -auto" ([doc-tiedosto](#)).

Kysymysluokat

Tyyppi

1. MCQ (monivalintakysymys)
2. TOTTA/TARUA

	3. MC-Image (monivalintakysymys kuvakysymyksellä) 4. Matching (tekstikysymys ja tekstivastaukset) 5. Täytä aukko (numero) 6. Hauska fakta
Kysymysten sisältö	1. analysointikaavio 2. soveltamistekniikka(t) 3. teorian soveltaminen 4. sääntöjen soveltaminen 5. laskentakaava(t) 6. laskentayksiköt 7. tapaustutkimus 8. tulosten tarkistaminen (fyysinen merkitys) 9. oikeiden kaavojen valinta 10. koodaus-ohjelmointi 11. oikeiden kaavojen yhdistäminen 12. artefaktin luominen (asiakirja, laskentataulukko, kaavio, kuva jne.). 13. artefaktin tutkiminen (asiakirja, visualisoitu objekti, sovellus jne.) 14. seuraavat algoritmit 15. avoin kysymys (hauskana faktana aivoriihessä). 16. pelin pelaaminen 17. osaongelman ratkaiseminen 18. viitteiden tutkiminen (linkki, tiedot jne.). 19. kokeiden avulla 20. simulaatioiden avulla 21. videon katsominen
Kaavat/funktiot	logiikka, tilastotiede, rahoitus, trigonometria, insinöörityö

STEM Labyrinth -sovelluksessa on kuusi erilaista kysymystyyppiä (kuten edellisissä jaksoissa analysoitiin).



Voimme myös luokitella kysymykset niiden **sisällön** perusteella. Löysimme yli 20 erilaista kysymystyyppiä. Seuraavassa taulukossa on esimerkkejä kysymyksistä ja 100 ongelmaan sisältyvistä "hauskoista faktoista":

Kysymysten sisältöluokat alaongelmina

kaavioiden analysointi	Osaatko yhdistää, mikä kuvaajista A, B ja C liittyy etäisyyteen, nopeuteen, kiihtyvyyteen/hidastuvuuteen ja aikaan?
Sääntöjen soveltaminen	A4-tulostus- ja toimistopaperin korkeus - leveys (mm/tuuma) ja korkeus - leveys -suhde (mittaa viivoittimella paperin molempien sivujen korkeus ja leveys cm:nä tai tuumina).
lauseen soveltaminen	Valo on kokonaisuus, jota voidaan kuvata jollakin seuraavista.... hiukkanen/aalto tai säde/aalto tai säde/hiukkanen tai lämpö/aalto.
laskukaava	Jos pyöräilijän ja hänen polkupyöränsä massa on $m = 60$ kg, mikä on pyöräilijään kohdistuva kiihtyvyysovoima (Newton) (käytä polkupyörän kiihtyvyyttä edellisestä kysymyksestä)?
laskentakaavat	Kansainvälinen avaruusasema kiertää Maata keskimäärin noin 250 mailin ($A \approx 400$ km) korkeudessa. Kuinka monta kilometriä on ISS:n kehä-kiertorata päiväntasaajan kehän ympärillä, jos päiväntasaajan säde on 6378 km?
laskentayksiköt	Esimerkissämme antilooppi näyttää pääsevän pakoon, koska eläimet ovat 150 metrin päässä toisistaan! Kuinka monta metriä gepardi pystyy lopulta lähestymään tätä näiden ensimmäisten 20 sekunnin aikana maksiminopeudella, jonka jälkeen se pysähtyy?
tulosten tarkistaminen	Kahdessa yrityksessä on viisi eri työntekijäryhmää (pääjohtaja, johtajat, ammattilaiset, teknikot ja palvelutyöntekijät), työntekijöiden määrä on sama (100), ja taulukossa esitetään heidän palkkojensa jakautuminen. Mikä on näiden kahden yrityksen kuukausipalkkojen yhteismäärä? Sama tai erilainen tai vastausta varten ei ole selviä tietoja.
oikeiden kaavojen valinta	Mikä seuraavista on ensimmäisenä määrittänyt maapallon "painon" laskennassa?
koodaus-ohjelmointi	Kun robotti vastaanottaa "käynnistä peli" -viestin (tämä on tapahtumapohjainen rakenne), käynnistyy ikuinen silmukka, joka tarkistaa, napsautetaanko hiirellä pelin painiketta. Sitten...
koodaus-ohjelmointi	Voitko kirjoittaa ohjelman, joka laskee kaikki edellä mainitut luvut mille tahansa suorakulmiolle $A * B$?
artefaktin luominen	Olisi hyödyllistä laatia taulukko (paperilla tai digitaalisessa muodossa) lentoreittien (lentojen) etäisyyksistä näille viidelle kaupungille kaikissa pareissa (esim. Google Sheets- tai MS Excel -ohjelmalla, esim. sivustolta https://www.distance.to). Taulukko voisi olla kuvan kaltainen (mutta lentoreittietäisyyksinä).
artefaktin tutkiminen	Tällä hetkellä Tesla sijaitsee yli 360 kilometrin päässä Maasta ja 280 miljoonan kilometrin päässä Marsista, ja sen nopeus on noin 6-7 km/s (sama nopeus kuin "Cannonball"-ongelmassa). LIVE ORBIT: https://where-is-tesla-roadster.space/live
artefaktin tutkiminen	Infografiikka: STEAM pyöräni takana https://drive.google.com/file/d/1tyXJiyDt_oRywHeM3F96_WbTl43w4_fQ/view?usp=sharing
seuraavat algoritmit	Algoritmit ovat vaihteellaisia ohjeita, joita käytetään ongelman ratkaisemiseen. Mitä kaavio esittää?
avoin	Voitko keksiä ja selittää, miten löysit vastauksen? Osaatko tuottaa ratkaisusi? Löydätkö aritmeettisen lausekkeen tämän ongelman laskemiseen?
pelata peliä	Pelaa peliä "Chat noire". Voitko estää kissaa juoksemasta pois pelikentältä? Pelaa peliä 10 kertaa. Aseta esteet kissan viereen. Kuinka monta kertaa olet voittanut? Voitit luultavasti hyvin harvoin! www.gamedesign.jp/sp/cat (jos linkki ei toimi, voit käyttää toista selainta, esim. Google Chromea, tai muuttaa selaimesi tietoturvatason asetuksia).



osaongelman ratkaiseminen	Viisi eri tiimiä työskentelee yhdessä eri kaupungeissa Euroopassa. He haluavat matkustaa muihin kaupunkeihin. Nämä kaupungit ovat: Pariisi, Amsterdam, Wien, Budapest ja Bukarest. Kuinka monta paria naapurimaita meillä on?
osaongelman ratkaiseminen	Kaksi samanpainoista laskuvarjohyppääjää putoaa samaan aikaan ja täsmälleen samalta korkeudelta ja avaa laskuvarjonsa samaan aikaan, ensimmäinen putoaa liikkumattomasta helikopterista ja toinen liikkuvasta lentokoneesta. Kumpi laskeutuu ensin?
tutkimusviite (linkki)	https://www.britannica.com/list/the-fastest-animals-on-earth ja Springboks Antelopes vs Cheetahs Wild Africa BBC Earth
simulaatioiden avulla	Kokeile interaktiivista simulaatiota "Newtonin tykki" (se perustuu ajatuskokeeseen ja kuvaan Isaac Newtonin kirjasta): https://physics.weber.edu/schroeder/software/NewtonsCannon.html .
videon katsominen	Keilapallo ja höyhenet putoavat tyhjiössä (NASA:n maailman suurin tyhjiökammio) https://www.youtube.com/watch?v=E43-CfukEgs





5. MobiilISOvelluksen pilottitestaus



5.1. STEM-labyrinth-ongelmien arviointilomake

ANNEX 13 PEER EVALUATION FORM FOR STEM LABYRINTH PROBLEMS

Organisation: _____

Code: _____

Problem Title: _____

I Underline the answer:

- Technical specifications:

Contains Keywords: *yes / no*

Given the Difficulty Level: *yes / no*

Is it difficulty level appropriate? *yes / no*

What age is the problem appropriate for: 14, 15, 16, 17, 18

Involves only questions type provided by template: *yes / no*

Question answers are clearly given according to the template: *yes / no*

Hints are given as only a text or an image: *yes / no*

II Tick the box of the extent to which you agree about the following statements:

- Usefulness:

1. It has a clear purpose and aims

☐ *strongly agree* ☐ *agree* ☐ *neutral* ☐ *disagree* ☐ *strongly disagree*

2. It contains reliable data.

☐ *strongly agree* ☐ *agree* ☐ *neutral* ☐ *disagree* ☐ *strongly disagree*

3. Allows the development of problem-solving skills, digital skills, creativity, critical or analytical thinking strategies and constructiveness.

☐ *strongly agree* ☐ *agree* ☐ *neutral* ☐ *disagree* ☐ *strongly disagree*



4. Helps students apply math and science through authentic, project based or hands-on learning

☐ *strongly agree* ☐ *agree* ☐ *neutral* ☐ *disagree* ☐ *strongly disagree*

5. It can be used in the school environment (during classes or as an extracurricular activity)

☐ *strongly agree* ☐ *agree* ☐ *neutral* ☐ *disagree* ☐ *strongly disagree*

- **Legibility and Design of the problem:**

6. It has a clear readability and it is easy to follow the hints

☐ *strongly agree* ☐ *agree* ☐ *neutral* ☐ *disagree* ☐ *strongly disagree*

7. The type of questions are chosen appropriately

☐ *strongly agree* ☐ *agree* ☐ *neutral* ☐ *disagree* ☐ *strongly disagree*

8. There is good hierarchy/organization of questions and relevant hints

☐ *strongly agree* ☐ *agree* ☐ *neutral* ☐ *disagree* ☐ *strongly disagree*

9. Graphics-images are good quality, not distracting and consistent.

☐ *strongly agree* ☐ *agree* ☐ *neutral* ☐ *disagree* ☐ *strongly disagree*

10. Includes the use of (or creation of) technology.

☐ *strongly agree* ☐ *agree* ☐ *neutral* ☐ *disagree* ☐ *strongly disagree*

11. Involves students in using an engineering design process

☐ *strongly agree* ☐ *agree* ☐ *neutral* ☐ *disagree* ☐ *strongly disagree*

12. Engages students in working in collaborative teams

☐ *strongly agree* ☐ *agree* ☐ *neutral* ☐ *disagree* ☐ *strongly disagree*

- **Content:**

13. The content of the problem addresses a real-life problem

☐ *strongly agree* ☐ *agree* ☐ *neutral* ☐ *disagree* ☐ *strongly disagree*

14. The problem depicts a **creative approach** of explaining the idea suggested by the title

☐ *strongly agree* ☐ *agree* ☐ *neutral* ☐ *disagree* ☐ *strongly disagree*



15. The problem depicts an **innovative approach** of explaining the idea suggested by the title

☐ *strongly agree* ☐ *agree* ☐ *neutral* ☐ *disagree* ☐ *strongly disagree*

16. The problem provides a framework for developing and enhancing skills and competencies in the context of STEAM, that is skills and competencies for understanding, organizing, communicating, exploiting in real life, problem solving and reasoning and assessing and investigating relevant concepts and processes.

☐ *strongly agree* ☐ *agree* ☐ *neutral* ☐ *disagree* ☐ *strongly disagree*

17. Reinforces relevant math and science standards

☐ *strongly agree* ☐ *agree* ☐ *neutral* ☐ *disagree* ☐ *strongly disagree*

- Overall evaluation

Is the problem appropriate to the description given by the project output? yes / no

Provide notes about what you noticed and like/don't like about the STEM Labyrinth problem and recommendation for improvement

Evaluator: _____

Organization: _____



Kukin organisaatio käytti edellistä lomaketta suunniteltujen ongelmien vertaisarviointiin, ennen kuin suunnittelijat olivat valmiita lataamaan ne mobiilisovellukseen. Arviointi tapahtui hankesyklin 13. kuukauden aikana, ja sen tarkoituksena oli arvioida suunniteltujen ongelmien laatua sekä korjata mahdolliset virheet, jos vertaisarvioijat havaitsivat.

5.2. Arviointilomake opiskelijoiden kanssa tehdystä pilottitestauksesta

Seuraava kyselylomake osoitettiin kumppanimaiden lukiolaisille (14-18-vuotiaille). Sen tarkoituksena oli arvioida mobiilisovelluksen BETA-versiota. Kysely annettiin sovelluksen pilottitestauksen aikana, ja siitä saatiin merkittävää tietoa mobiilisovelluksen parantamista varten.

ANNEX 14

PART A: STUDENTS' QUESTIONNAIRE

Total number of participants on Pilot Testing of Mobile App:

1. Organization

2. Age of the students:

Legibility of Content

3. The font choice, size and color used are legible:

4. The color scheme does not hinder the ability to read

5. Spacing and layout used are legible:

Design and Aesthetics

6. Appropriate use contrast and color:

7. Graphics are good quality, not distracting and consistent:

8. The app is easy to follow, and the overall design facilitates the understanding:

9. It is easy to navigate through the mobile app and you are aesthetically pleased while doing so:

Content

10. The content of the problems depicts a creative approach of explaining the idea suggested by the title:



11. The content of the problems depicts an innovative approach of explaining the idea suggested by the title:

12. The problems provide a framework for developing and enhancing skills and competencies in the context of STEAM, which is skills and competencies for understanding, organizing, communicating, exploiting real life, problem solving, decision making, and understanding causation.

13. The App can help me to achieve my STEM learning goals:

Usability

14. It is a user friendly:
15. Mobile app's features are easy to be used:
16. It is easy for first-time users to complete basic tasks.
17. Users can personalize their journeys (App gives the user a sense of freedom and transparency.)

Overall evaluation

18. Provide notes about what you noticed and like/don't like about the Mobile App, and what can we do to improve the app?
19. How satisfied are you after using the design was?
20. How would you rate your overall satisfaction with our Mobile App?
21. Would you recommend this app to your friend or colleague?

PART B: REMARKS AND COMMENTS FROM TEACHERS/RESEARCHERS

22. Explain briefly and clearly in which problem from the Mobile there was issues and describe it. (This will be allocated to the Mobile App developers for further update and improvement of the Mobile App)



23. Any other comments and suggestions from teachers – piloting the Mobile App

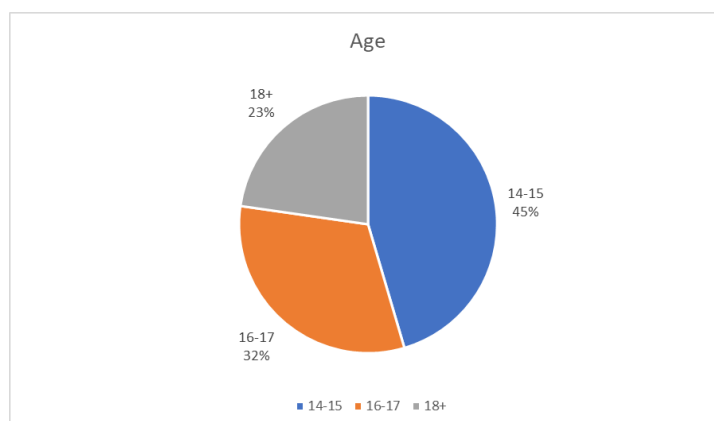
5.3. Report of the pilot testing of the mobile app organized in partner

5.3. Raportti kumppanioppilaitoksissa järjestetystä mobiilisovelluksen pilottitestauksesta

Tämä raportti perustuu tuloksiin, jotka saatiin kyselylomakkeista, joilla arvioitiin STEM Labyrinth -mobiilisovelluksen pilottitestausta Erasmus+-ohjelman kautta rahoitetun hankkeen "STEM Labyrinth as a method for increasing the level of knowledge through problem solving" (viite 2020-1-PT01-KA201-078645) kumppanimaissa.

Kukin kumppani järjesti mobiilisovelluksen beta-version pilottitestauksen opiskelijoiden kanssa. Tässä osiossa on yhteenveto kaikkien kumppaneiden raporteista sekä opettajien/tutkijoiden johtopäätökset ja suositukset. Pilottitestauksen avulla opettajat / ongelmien suunnittelijat pystyivät arvioimaan ongelmien ulkoasua sovelluksessa, suorituskkyä, toimivuutta ja yleistä tyytyväisyyttä sen käyttöön.

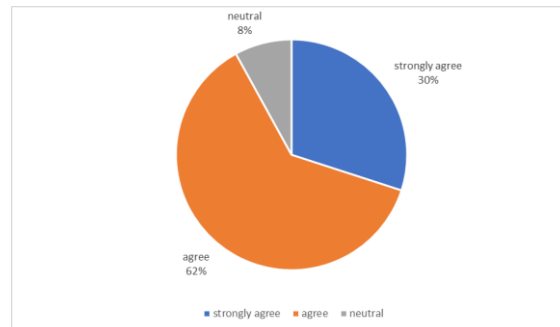
Mobiilisovelluksen beta-version pilotointiin osallistui yhteensä 150 lukiolaista (14-18-vuotiaat) kumppanimaista.



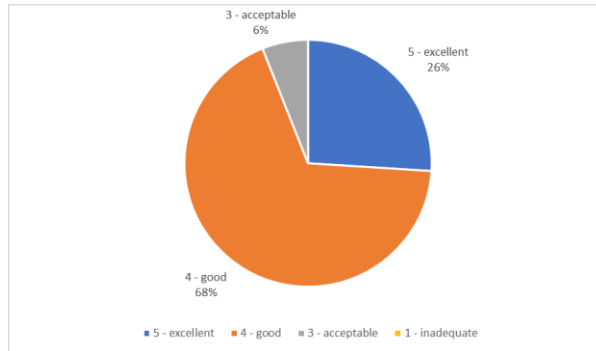
- Käytetty kirjasintyyppi, kirjasinkoko ja väri ovat luettavissa: täysin samaa mieltä (35 %), samaa mieltä (55 %), neutraali (10 %).
- Värimaailma ei häiritse lukemista: täysin samaa mieltä (37 %), samaa mieltä (48 %), neutraali (15 %).
- Käytetyt välit ja ulkoasu ovat luettavissa: täysin samaa mieltä (28 %), samaa mieltä (48 %), neutraali (24 %).
- Kontrastin ja värien asianmukainen käyttö: täysin samaa mieltä (27 %), samaa mieltä (50 %), neutraali (23 %).
- Grafiikka on laadukasta, ei häiritsevää ja johdonmukaista: täysin samaa mieltä (26 %), samaa mieltä (45 %), neutraali (29 %).
- Sovellusta on helppo seurata, ja yleinen muotoilu helpottaa ymmärtämistä: täysin samaa mieltä (27 %), samaa mieltä (50 %), neutraali (23 %).
- Mobiilisovelluksessa on helppo navigoida ja se on esteettisesti miellyttävä: täysin samaa mieltä (25 %), samaa mieltä (70 %), neutraali (5 %).



- Ongelmien sisältö kuvaa luovaa lähestymistapaa otsikon esittämän ajatuksen selittämiseen: täysin samaa mieltä (26 %), samaa mieltä (65 %), neutraali (9 %).
- Ongelmien sisältö kuvaa innovatiivista lähestymistapaa otsikossa esitetyn ajatuksen selittämiseen: täysin samaa mieltä (25 %), samaa mieltä (60 %), neutraali (15 %).
- Ongelmat tarjoavat puitteet taitojen ja pätevyyksien kehittämiseksi ja parantamiselle STEAM:in yhteydessä, mikä tarkoittaa taitoja ja pätevyyksiä, jotka liittyvät ymmärrykseen, organisointiin, viestintään, todellisen elämän hyödyntämiseen, ongelmanratkaisuun, päätöksentekoon ja syy-seuraussuhteiden ymmärtämiseen: täysin samaa mieltä (30 %), samaa mieltä (61 %), neutraali (9 %).
- Sovellus voi auttaa minua saavuttamaan STEM-oppimistavoitteeni.



- Se on käyttäjäystävällinen: täysin samaa mieltä (38 %), samaa mieltä (58 %), neutraali (4 %).
- Mobiilisovelluksen ominaisuuksia on helppo käyttää: täysin samaa mieltä (31 %), samaa mieltä (64 %), neutraali (5 %).
- Ensikertalaisten on helppo suorittaa perustehtäviä: täysin samaa mieltä (24 %), samaa mieltä (55 %), neutraali (21 %).
- Käyttäjät voivat personoida matkansa (Sovellus antaa käyttäjälle vapauden ja avoimuuden tunteen.) täysin samaa mieltä (23 %), samaa mieltä (61 %), neutraali (16 %).
- Kirjoita muistiinpanoja siitä, mitä huomasit ja mistä pidät/mistä et pidä mobiilisovelluksessa, ja mitä voimme tehdä sovelluksen parantamiseksi?
Joitakin vastauksia olivat muun muassa:
 - Se oli todella käyttäjäystävällinen, ja pidän siitä, että voit valita tasosi.
 - Erittäin hyvä sovellus ja helppokäyttöinen.
 - Se antaa sinulle enemmän mahdollisuuksia, vaikka olisitkin väärässä, jotta voit oppia.
 - Hieno sovellus, käytän sitä koulussa.
 - Se on käyttäjäystävällinen ja antaa mahdollisuuden valita vaikeustason ja luokat.
 - Tarjotut linkit ovat loistavia ja eteneminen labyrintin läpi on mukava ajatus.
- Kuinka tyytyväinen olet suunnittelun käytön jälkeen? täysin samaa mieltä (31 %), samaa mieltä (62 %), neutraali (7 %).
- Miten arvioisit yleistä tyytyväisyyttäsi mobiilisovellukseemme?



- Suosittelisitko tätä sovellusta ystävällesi tai kollegallesi? Kyllä (75%), Ei (0%), Ehkä (25%)
- Opettajat selittivät lyhyesti ja selkeästi ongelmat, joita he kokivat sovelluksessa. (Ongelmat jaettiin kehittäjille mobiilisovelluksen päivittämistä ja parantamista varten) ja kaikki ongelmat ratkaistiin.



6. Opiskelijoiden tietojen ja taitojen arviointi mobiilisovelluksen avulla

STEM-lähestymistavan päätavoitteena on lisätä oppilaiden tietoja ja taitoja, jotta voidaan kouluttaa kansalaisia, jotka pystyvät vastaamaan menestyksekkäästi yhteiskunnan kohtaamiin haasteisiin 2000-luvulla. Tarkoituksena on antaa oppilaille mahdollisuus lisätä kykyään ratkaista ongelmia integroitujen ja monialaisten kokemuksellisten STEM-oppintojen avulla.

Ongelmanratkaisukyky on yksi tärkeimmistä tekijöistä luonnontieteiden ja matematiikan oppimisessa. Ongelmanratkaisutaidot ovat erittäin tärkeitä ja niitä on kehitettävä luonnontieteiden ja matematiikan oppimisessa, koska ongelmanratkaisu on monimutkainen kognitiivinen prosessi. Lisäksi ongelmanratkaisun avulla oppilaat parantavat ja syventävät käsitteellistä ymmärrystään.

Vaikka ongelmanratkaisutaidot ovat tärkeitä ja yksi STEM-lähestymistavan päätavoitteista, useat tutkimukset osoittavat, että oppilaiden ongelmanratkaisukyky on edelleen heikko. Useimmat oppilaat eivät käytä strategista lähestymistapaa vaan mekaanista lähestymistapaa, mikä ei ole heidän omaa syytään. Asiaa koskeva kirjallisuus osoittaa ennen kaikkea, että koulutusjärjestelmät epäonnistuvat siinä, että ne tarjoavat oppilaille sopivia oppimisympäristöjä ja erityisesti sopivia arviointimenetelmiä: opetussuunnitelma ja sen arviointi ovat tylsiä, kannustavat opettamaan kapeasti alhaisella tasolla, tosiasioiden perustuvilla testeillä, eivät rohkaise luovuuteen eivätkä inspiroi oppijoita osallistumaan. Tutkimukset ovat kuitenkin toistuvasti osoittaneet, että oppijat ja opettajat voivat innostua luonnontieteellisestä ja matemaattis-luonnontieteellisestä toiminnasta, johon liittyy luovuutta, ongelmanratkaisua, mallintamista ja kiinnostuksen kohteena olevia hankkeita. Kaikissa uudistuksia koskevissa visioissa on löydettävä keinoja tällaisten toimintojen toteuttamiseksi koko opetussuunnitelmassa.



Keskeinen strategia on saada lapset ja nuoret osallistumaan luonnontieteiden ja matematiikan opetukseen tavoilla, jotka ovat i) *aitoja* ja ii) *kiinnostavia ja mielekkäitä* oppijoille itselleen. *Autenttisella arvioinnilla* tarkoitetaan arviointia, jossa arvioidaan sisällön tuntemusta sekä muita taitoja, kuten luovuutta, yhteistyötä, ongelmanratkaisua ja innovointia realistisissa yhteyksissä. Järjestelmällinen uudistus edellyttää huomiota monella rintamalla, alkaen arvioinnista. Pedagogiikan ja oppilaiden sitoutumisen merkittävien parannusten on siirrettävä painopiste *formatiiviseen* arviointiin (ks. *mobiilisovellukset*) itse luokahuoneessa ja pois arvosanoihin ja kokeisiin perustuvasta *summatiivisesta* arvioinnista. Tämä on tarpeen erityisesti korkeamman tason oppimistulosten, kuten syvällisen käsitteellisen ymmärryksen ja ongelmanratkaisustrategioiden kannalta, mutta se on myös avainasemassa, kun oppijoita kannustetaan ottamaan oma oppiminen haltuun ja "säätämään" sitä. Se voi myös mahdollistaa sen, että opetussuunnitelma ja opetus kehittyvät oppijan omien kiinnostuksen kohteiden mukaan, kuten STEM-lähestymistavan tavoitteena on. Joidenkin oppilaiden, jotka tarvitsevat uudelleen sitoutumista, kannalta taide- tai sosiaalipainotteiset hankkeet voisivat olla tarkoituksenmukaisia, joissa on mukana STEM-tiedettä, kuten STE(A)M-hankkeet ja muut integroidut tai poikkitieteelliset hankkeet.

Koulujen opetussuunnitelmat ja niiden arviointi määräytyvät viime kädessä politiikan mukaan, mutta kaikki uudistukset puolestaan edellyttävät opettajien osallistumista arviointiin. Prosessi on pitkä, ja sen läpivieminen kestää todennäköisesti 20 vuotta. Siitä huolimatta tehtävään on ryhdyttävä pikaisesti.

6.1 Opiskelijoiden oppimisen arviointi monialaisessa STEM-opetuksessa

STEM-koulutus on oikeutetusti saanut viime vuosina yhä enemmän huomiota. Yksi STEM-koulutuksen olennainen piirre on tieteidenvälisyys. Monitieteinen tieto on kriittinen piirre tosielämän ongelmien ratkaisemisessa. STEM-koulutusta ohjaavat nykypäivän monimutkaiset poliittiset ja taloudelliset, sosiaaliset ja ympäristöongelmat, jotka edellyttävät luonteeltaan integroitua ja monitieteisiä ratkaisuja. Yksinkertaisesti sanottuna se on keino yhdistää opiskelijoiden oppiminen eri STEM-tieteenalojen välillä.

Tieteen ja teknologian monitieteisen oppimisen pätevän ja luotettavan arvioinnin kehittäminen on kuitenkin ollut haasteellista. Koska perinteinen tieteenalakohtainen lähestymistapa on edelleen vallitseva koulutusjärjestelmässä, on herättänyt paljon huolta se, miten tieteidenvälistä STEM-opetusta tulisi arvioida. Esimerkiksi tietojen ja taitojen sisällyttäminen opetukseen ja oppimiseen *mitattavina* tuloksina aiheuttaa merkittäviä haasteita. Vaikka useimmissa STEM-ohjelmissa pyritään parantamaan opiskelijoiden monitieteistä ymmärrystä tai taitoja, niiden arvioinnissa ei juuri puututa tähän tavoitteeseen. STEM-koulutuksen arviointiin liittyy siis useita haastavia kysymyksiä, joihin on puututtava, jotta tulevaa kehitystä voidaan ohjata oikeaan suuntaan.

Yksi ongelmista on se, että tieteidenvälisyyttä on pidetty itsestäänselvyytenä STEM-koulutuksessa. Todellisuudessa sitä ei ole nimenomaisesti teoretisoitu eikä artikuloitu hyvin. STEM-integraatio ei ole pelkkää tieteenalojen yhdistämistä konglomeraatiksi – sen on oltava "tarkoituksellista" ja "erityistä", ja siinä on otettava huomioon opetussuunnitelman eri tieteenalojen väliset yhteydet. Pelkkä tekniikan lisääminen opetussuunnitelmaan ei välttämättä paranna oppilaiden oppimista. Laadukkaiden



opintokokonaisuuksien opettaminen, joissa luonnontieteelliset käsitteet ja insinööritieteiden käytännöt yhdistetään tarkoituksenmukaisesti ja mielekkäästi, on olennaisen tärkeää oppilaiden myönteisten tulosten aikaansaamiseksi. Se on myös välttämätön askel kohti aitoja ongelmanratkaisutaitoja.

Kun oppiaineiden väliset yhteydet on tehty selviksi opetussuunnitelmassa ja opetuksessa, näitä yhteyksiä on mieluiten arvioitava, jotta oppilaiden oppiaineiden välinen oppiminen saadaan selville. Vaikka opetussuunnitelmassa korostetaankin monitieteisiä yhteyksiä, ei ole takeita siitä, että oppilaat tunnistavat ne tai muodostavat yhteydet omin päin. Valitettavasti tässä kehitysvaiheessa vain harvat STEM-ohjelmat arvioivat nimenomaisesti tieteidenvälisiä yhteyksiä.

Monialaisen oppimisen arvioinnissa on kuitenkin edistytty huomattavasti. Vielä on kuitenkin paljon tehtävää. Käytännön arviointivälineiden ja -ohjeiden kehittäminen luokkahuonekäyttöä varten olisi asetettava etusijalle. Vaikka STEM-opetus on levinnyt moniin luokkahuoneisiin, useimmat opettajat eivät ole saaneet asianmukaista koulutusta siitä, miten oppilaiden oppimista STEM-alalla arvioidaan. Verkoston tai resurssivalikoiman luominen luokkahuoneissa työskenteleville olisi käytännöllinen askel eteenpäin.

6.2 Mobiilisovellukset: mobiiliavusteinen formatiivinen arviointi

Muiden tavoitteiden ohella STEM-opetuksella pyritään edistämään oppilaiden motivaatiota, joka on oppimisen olennainen perusta. *Formatiivista* arviointia pidetään ratkaisevana tekijänä oppilaiden motivaation kehittämisessä ja siten heidän oppimisessaan.

Formatiivinen arviointi eli oppimista edistävä arviointi määritellään *arviointiksi, jonka suunnittelussa ja toteuttamisessa ensisijaisena tavoitteena on edistää oppilaiden oppimista*. Formatiivinen arviointi siirtää arvioinnin tarkoituksen mittaamisesta oppimiseen.

Monet mobiilisovellukset ja mobiiliteknologiat ovatkin potentiaalisia opetus- ja oppimisvälineitä sekä luokkahuoneessa että sen ulkopuolella. Sovelluksia voidaan siis käyttää tukemaan STEM-koulutusta ja auttamaan sen pitkän aikavälin tavoitteiden saavuttamisessa.

Mobiiliteknologian kehityksen myötä (kouluikäiset nuoret omistavat laajalti mobiiliteknologiaa, kuten älypuhelimia, tabletteja jne.) mobiiliteknologian käyttö opetuskäytössä lisääntyy. Mobiiliteknologian sisällyttämisellä oppimiseen on osoitettu olevan merkittävä vaikutus motivaatioon. Erityisesti mobiiliteknologian käyttö formatiivisessa arvioinnissa voi olla hyödyllistä verrattuna perinteisiin paperipohjaisiin menetelmiin. Mobiiliteknologian ominaisuudet, kuten sen laaja saatavuus ja käytettävyyys, personointi ja mukautuvuus, vuorovaikutteisuus ja välittömän palautteen antaminen, helpottavat arvioinnin integroimista opetukseen ja oppimiseen, ja näin ollen niillä on mahdollisuus tehdä formatiivisesta arvioinnista entistä kiinteämpi ja laajemmin käytössä oleva opetusmenetelmä.

Sovellusten avulla tapahtuva mobiilioppiminen toisen asteen luonnontieteiden opetuksessa on monissa maissa vielä lapsenkengissä. Vaikka mobiilipohjaisen arvioinnin motivoivasta vaikutuksesta oppimiseen on näyttöä, ei ole olemassa monia kehyksiä, jotka ohjaisivat paremmin mobiilipohjaisen arvioinnin kehittämistä. Tämä on kehitysalue, jonka odotetaan mahdollistavan tiede- ja teknologiaopetuksen edistymisen entisestään.







7. Miten opettaja voi motivoida ja innostaa oppilaita ongelmanratkaisijoik- si ja luoviksi ajattelijoiksi?



7.1 Johdanto

Luova ongelmanratkaisu voi auttaa edistämään luokahuoneessa dialogisempaa oppimisympäristöä, joka voi innostaa oppilaita edistykseen. Sen lisäksi, että luovaa ongelmanratkaisua käytetään luokahuoneessa, tosielämän kokemukset voivat olla tehokas väline, joka auttaa oppilaita oppimaan ja kasvamaan. Tämä lähestymistapa kannustaa oppilaita tutkivaan ajatteluun sekä kokemalla uusia asioita että ajattelemalla niitä kriittisesti. Aktiivinen oppiminen voi olla tehokas väline opettajille, mutta se on toteutettava tavalla, joka on oppilaita kiinnostava ja innostava. Merkittävä huolenaihe on kuitenkin se, mikä sitouttaa oppilaita aktiivisen oppimisen prosessissa sen lisäksi, mikä motivoi heitä.

Emme tietenkään voi herättää nuorten oppijoiden huomiota perinteisillä oppimismenetelmillä. Perinteinen oppiminen ei pysty johdattamaan oppilaita kohti innovointia ja luovuutta, koska perinteinen oppiminen ei pysty motivoimaan oppilaita oppimaan uusia asioita. Lisäksi tieto, jonka oppilaat saavat perinteisen opetusmenetelmän avulla, unohtuu helposti (Hug & Friesen, 2007). Sitä vastoin pelipohjaista oppimismenetelmää voidaan nykyään käyttää yhtenä keinona sitouttaa oppijat tehokkaammin. Näin lisätään opiskelijoiden kiinnostusta oppiaineen sisältöä ja oppimistehtäviä kohtaan, lisätään kunkin opiskelijan oppimismotivaatiota ja annetaan nopeaa palautetta.

Mobiiliteknologian integroiminen opetuskontekstiin vastaa opetuksellisia tarkoituksia, joita ovat oppimismahdollisuuksien laajentaminen, opiskelijoiden suorituskyvyn kehittäminen, oppimisen tehostaminen erilaisten tarpeiden, tavoitteiden ja tyylien suhteen sekä autenttisten oppimiskäytäntöjen tarjoaminen oppijoille silloin, kun vaihtoehtoinen tapa saada käyttöönsä asiaan liittyvää materiaalia on epäkäytännöllinen (Kukulska-Hulme, 2009). Mobiilioppiminen helpottaa yksilöllistä oppimista, jossa otetaan huomioon oppijan yksilöllinen profiili ja tarjotaan oppimiskokemuksia siellä, missä oppija haluaa. Tuetaan tilannesidonnaista oppimista kontekstisidonnaisen ja välittömän oppimisen avulla, tarjotaan autenttista oppimista, joka perustuu reaali maailman ongelmiin ja projekteihin, jotka ovat merkityksellisiä oppijan kiinnostuksen kohteiden kannalta, mahdollistetaan spontaani reflektio ja itsearviointi, jolloin oppilaat voivat käyttää vähemmän aikaa ja tilaa, tehdä yhteistyötä muiden oppilaiden kanssa ja saada enemmän opettajan tukea (Traxler, 2007).

Lupaava opetusmalli nykypäivän digitaaliaikana on STEM-opetus (Science, Technology, Engineering and Mathematics).

7.2 Motivaatio

Jotkut tutkijat uskovat, että oppilaiden sisäinen motivaatio oppimiseen on tärkein oppimiseen vaikuttava tekijä, mutta myös ulkoisilla kannustimilla, kuten palkinnoilla ja opettajan tuella, voi olla vaikutusta.

Opettajan tehtävänä motivoinnissa on muun muassa luoda oppimista edistävä ympäristö. Opettajan rooli rohkaista oppilaita tukemalla oppilaiden autonomiaa, merkityksellisyyttä ja materiaalin suhteellisuutta lisää oppimismotivaatiota. Lisäksi opettajan kyky kehittää oppilaiden osaamista, kiinnostusta opetettavaa asiaa kohtaan ja käsitys itsetehokkuudesta ovat kaikki tärkeitä tekijöitä, jotka vaikuttavat oppilaiden oppimismotivaatioon (Schuitema ym., 2016- Zhang, Solmon, & Gu, 2012). Tutkimus, joka tehtiin siitä, millainen yhteys on oppilaiden käsityksen opettajilta saaman sosiaalisen



tuen ja autonomian tuen sekä itsesääntelyyn perustuvan oppimisen ja suoriutumisen välillä, osoitti, että korrelaatio oppilaiden käsityksen opettajiensa autonomian tuesta ja itsesääntelyyn perustuvan oppimisen välillä on merkittävä (Schuitema et al., 2016).

Lisäksi opettajat motivoivat oppilaitaan oppimaan antamalla heille myönteistä palautetta, jotta he voivat kehittää osaamistaan. Palautteen antaminen antaa oppilaille mahdollisuuden hallita omaa oppimistaan ja saada uskoa omiin kykyihinsä (Bain, 2004).

Toinen tekijä, joka vaikuttaa oppilaiden oppimismotivaatioon, on opettajien kiinnostuksen taso opetustaan kohtaan. Opettajat, jotka ovat tarmokkaita ja innostuneita oppiaineestaan tai tehtävästään, antavat yleensä myönteisiä tunteita ja merkitystä sille, miten he opettavat (Zhang, 2014). Oppilaat tarkkailevat, mitä heidän opettajansa tekevät tunnilla ja miten he toimivat. Opettaja, joka osoittaa kiinnostusta ja myönteisiä tunteita aiheita kohtaan, voi heijastaa näitä myönteisiä tunteita oppilaisiin, mikä lisää heidän motivaatiotaan oppiaineen oppimiseen (Theobald, 2006).

Treffinger (2008) toteaa myös, että luova ongelmanratkaisu (CPS) on tehokas opetusstrategia, joka voi auttaa muuttamaan luokkahuoneilmapiiriä myönteiseen suuntaan ja samalla lisätä oppilaiden osallistumista ja innostusta opiskeluun. Koska *STEM Labyrinth* -sovellus edustaa todellisen ongelmanratkaisun virtuaalista simulaattoria, jossa oppijoita voidaan pyytää ratkaisemaan todellinen ongelma ja hankkimaan tietoa ongelmanratkaisun avulla, sitä voidaan käyttää tehokkaana menetelmänä oppilaiden innostamiseksi ja osallistamiseksi oppimisprosessiin.

Yleisesti ottaen integroidulla STEM-opetuksella, jota toteutetaan teemapohjaisen, ongelmaperustaisen, tutkimukseen perustuvan ja suunnitteluun perustuvan pedagogiikan avulla, on raportoitu olevan sellaisia etuja, että oppilaiden saavutukset paranevat, luodaan sukupolvia STEM-alan ammattilaisia, oppilaat motivoituvat, ovat innostuneita ja kiinnostuneita, oppilaat valmistautuvat paremmin työelämään ja oppilaiden oppimisen laatu paranee (Heil, Pearson & Burger, 2013).

7.3 Opiskelijoiden osallistuminen oppimisprosessiin

Robinsonin ja Hullingerin (2008) mukaan oppilaiden sitoutuminen on ratkaiseva tekijä, joka vaikuttaa oppilaiden koulussa saaman opetuksen laatuun. Mitä sitoutuneempia oppilaat ovat luokkahuoneessa, sitä todennäköisemmin he osallistuvat aktiivisesti ja edistävät menestyksekkästä oppimisympäristöstä. Tämän lisäksi oppilaiden motivaatio ja osallistuminen oppimisprosessiin kasvavat suorassa suhteessa siihen, kuinka kiehtovaksi ja merkittäväksi he kokevat oppimisprosessin. Näin ollen opiskelijoiden osallistuminen oppimiseen ja heidän tyytyväisyytensä oppimisprosessiin voidaan nähdä molempia osapuolia hyödyttävinä tekijöinä. Opiskelijoiden tyytyväisyys on tutkimusten mukaan yhteydessä siihen, että opintoihin sisällytetään toimintoja, jotka herättävät heidän kiinnostuksensa, ovat merkityksellisiä heidän tavoitteidensa ja tarpeidensa kannalta ja luovat luottamusta heidän kykyynsä suoriutua kurssista (Goldberg & Ingram, 2011). Siksi on ratkaisevan tärkeää sisällyttää opetussuunnitelmaan aktiivisia oppimisstrategioita, jotta opiskelijoiden kiinnostus ja sitoutuminen säilyy (Goldberg & Ingram, 2011).

Opiskelijoiden sitoutumisen käsitettä tarkastelevien tutkimusten mukaan 1) aktiivisia oppimistoimintoja sisältävät opetuskäytännöt ovat positiivisessa yhteydessä sitoutumisen tasoon; 2) opetusympäristöt ja -käytännöt vaikuttavat opiskelijoiden motivaatioon ja sitoutumiseen; ja 3) näiden tutkimusten tulosten mukaan opetusympäristöt ja -käytännöt vaikuttavat opiskelijoiden motivaatioon



ja sitoutumiseen. Oppilaiden lisääntynyt kiinnostus tehtävää kohtaan edistää syvällisempää ajattelua. Tehtävät, joihin liittyy yhteistutkimuksia ja joihin sisältyy toimintoja, kuten havainnointia, ohjattua tutkimista, sosiaalistamista ja vuorovaikutusta, lisäävät oppilaiden sitoutumista. Oppilaiden lisääntynyt kiinnostus tehtävää kohtaan edistää ajattelun syvempää tasoa (Dixson, 2010- Goldberg & Ingram, 2011). Näitä keskeisiä havaintoja tukevat myös "seitsemän periaatetta hyvistä käytännöistä perustutkintokoulutuksessa". Näitä ovat muun muassa lisääntynyt vuorovaikutus opettajan ja opiskelijan välillä, opiskelijoiden mahdollisuudet työskennellä yhteistyössä, aktiivisten oppimisstrategioiden käyttö, oikea-aikainen palaute opiskelijoille, vaatimus, että opiskelijoiden on käytettävä aikaa akateemisten tehtävien tekemiseen, korkeat vaatimukset akateemiselle työlle ja opetus, jossa tunnustetaan erilaiset oppimistyyli.

Siksi on ratkaisevan tärkeää, että opettajat sisällyttävät aktiivisen oppimisen strategioita luokahuoneessa, jos he haluavat sitouttaa oppilaat kunnolla oppimisprosessiin. Kuten Dixson (2010) on osoittanut, opettajien ja opiskelijoiden välisten viestintä- ja kontaktimenetelmien määrän ja monipuolisuuden lisääminen voi olla yhteydessä opiskelijoiden suurempaan osallistumiseen. Oppimismotivaatio, jonka keskeinen osa on itseohjautuva oppiminen, on ratkaisevan tärkeää opiskelijoiden sitoutumiselle uusien taitojen hankkimiseen. Ongelmakeskeisten oppimismenetelmien kriittinen osatekijä on opiskelijoiden kyky osallistua omaan oppimiseensa. Itseohjautuvaan oppimiseen sisältyy elementtejä, joita tarvitaan opiskelijoiden motivoimiseksi ja sitouttamiseksi oppimisprosessiin.

7.4 Mobiilisovellukset STEM-opetuksessa opiskelijoiden sitoutumisen maksimoimiseksi

Liikkuva oppiminen on lupaava panos opetukseen ja oppimiseen (Kukulska-Hulme, 2009), mutta myös mobiilioppimisella on potentiaalia vastata STEM-opetuksen ainutlaatuisiin tarpeisiin ja vaatimuksiin (Krishnamurthi & Richter, 2013).

STEM-opetuksessa ja mobiilioppimisessa on samankaltaisia pedagogisia menetelmiä, kuten ongelmalähtöinen oppiminen, autenttisuus, oppilaslähtöinen oppiminen ja yhteistoiminnallinen oppiminen. Lisäksi STEM-ohjelmissa oppilaita koulutetaan painottamalla innovointia, ongelmanratkaisua, kriittistä ajattelua ja luovuutta (Johnson, 2012).

Yhteenvetona voidaan todeta, että STEM Labyrinth -menetelmä ja mobiilisovellus tarjoavat oppilaalle ja opettajalle mahdollisuuden yhdistää tiedot ja taidot ongelmien ratkaisemiseksi erilaisissa tosielämän tilanteissa.





8. STEM-opettajien identiteetin kehittäminen kehittyvissä STEM- kouluissa

8.1 Mikä on STEM-koulu?

Koulutus on muuttunut dramaattisesti vuosien varrella, koska luokkahuoneessa on otettu käyttöön uutta teknologiaa ja opetussuunnitelmissa on tapahtunut huomattavia muutoksia. Perinteiset luokkahuoneet, joissa on kirjoja ja liitutaulu, eivät ole enää normi. Interaktiiviset älytaulut ovat nykyään yleisiä luokkahuoneissa, samoin kuin teknologiset hankkeet, joissa oppilaat saavat käyttöönsä elektronisen laitteen, kuten kannettavan tietokoneen tai tabletin (esim. iPadit, Chromebookit jne.). Teknologia ei kuitenkaan ole ainoa koulutuksen osa-alue, joka on kehittynyt. Kaikkien koulutusalojen opetussuunnitelmat ovat muuttuneet dramaattisesti ajan mittaan perinteisestä Common Core - opetussuunnitelmaan ja viime aikoina myös STEM-opetussuunnitelmaan (Science, Technology, Engineering and Mathematics). Miten STEM-opetus eroaa tavallisesta kouluopetuksesta?

Perinteisesti koulutuksessa on keskitytty tietoon ja ulkoa opetteluun, eli toisin sanoen keskitytään enemmän siihen, mitä oppija muistaa, kuin siihen, miten tietoa sovelletaan. Esimerkiksi testeissä ja kokeissa keskityttiin aiemmin muistiin. Opiskelu tarkoitti sitä, että pyrittiin muistamaan tentittävät faktat. Tiedon säilyttäminen on elintärkeää tieteellisessä tutkimuksessa, mutta yhtä tärkeää on se, miten opiskelijat soveltavat tietoa. STEM-opetuksessa ei keskitytä vain opettamaan opiskelijalle



tiettyä aihetta, vaan myös osoittamaan, miten aihetta sovelletaan tosielämässä ja miten he pystyvät soveltamaan sitä tulevaisuudessa. Esimerkiksi tavallisella matematiikan kurssilla opiskelija voi oppia yhtälön, mutta hän ei välttämättä osaa soveltaa sitä tosielämän tilanteissa. STEM-opetussuunnitelma opettaisi oppilaalle matematiikan yhtälön ja sen, miten niitä voidaan käyttää eri aloilla, kuten luonnontieteissä ja tekniikassa.

STEM-opetus on tunnettu siitä, että se herättää lasten innostuksen tieteen, teknologian, matematiikan ja insinööritieteiden kaltaisia aloja kohtaan ottamalla heidät mukaan tekemiseen pelkän oppimisen sijaan. Perinteinen opetus tarjoaa laajan valikoiman aiheita keskittymättä mihinkään niistä tai syventymättä niihin. Tyypillinen luento on myös hyvin erilainen kuin STEM-ohjelman kurssi. Palatakseen oppiminen vs. tekeminen -keskusteluun totean, että tavallisen opetussuunnitelman luennolla opettaja luennoi aiheesta luokahuoneessa, opiskelijat tekevät muistiinpanoja ja soveltavat sitten oppimaansa kokeeseen tai tenttiin. Perinteiset luokahuonemuodot ja luennot saattavat olla joillekin opiskelijoille tylsiä, jolloin heidän mielenkiintonsa herpaantuu nopeasti. STEM-ohjelmassa opiskelijat osallistuvat toimintaan, jota voidaan soveltaa suoraan käsillä olevaan aiheeseen, mikä herättää heidän kiinnostuksensa ja vähentää turhia tehtäviä.

Lisäksi perinteinen koulutus on säännellympää, ja sillä on vakiintuneet suuntaviivat siitä, miten kurseja tulisi opettaa. STEM rikkoo muotin rajoittamalla toistettavien oppituntien määrää. Times of India -lehden tuoreen artikkelin mukaan "perinteinen koulutus keskittyy oikean hypoteesin toistamiseen, kun taas yksi STEM-moduulin tärkeimmistä pilareista on luovuuden kehittäminen". STEM-opetuksessa keskitytään aivojen stimuloimiseen ja siihen, että ne voivat luoda sen sijaan, että ne vain toistaisivat sitä, mitä maailmalla jo tiedetään.

8.2 Mitä STEM-opettaja on ja miten hänestä tulee hyvä opettaja?

STEM-opettajat (luonnontieteiden, teknologian, tekniikan ja matematiikan opettajat) ovat opettajia, jotka opettavat näitä aineita. Useimmat STEM-opettajat, erityisesti keskiasteen ja korkea-asteen oppilaitoksissa, ovat erikoistuneet yhteen aihealueeseen, kuten algebraan tai kemiaan. Peruskoulun opettajat sen sijaan pitävät usein yleisiä STEM-tunteja. Tärkeimpiin tehtäviinne kuuluu opettaa lapsille luonnontieteitä, matematiikkaa ja teknologiaa sekä motivoida heitä kiinnostumaan STEM-aiheista. Opetussuunnitelman laatiminen, oppituntien toteuttaminen, oppilaiden arviointi ja yhteistyö muiden opettajien kanssa kuuluvat kaikki työtehtäviisi. Koska STEM-ala laajenee jatkuvasti, sinun on osallistuttava ammatilliseen kehitykseen ja täydennyskoulutukseen varmistaaksesi, että pysyt ajan tasalla alallasi. Aihealueen asiantuntemuksen lisäksi tarvitset erinomaisia julkisia puhetaitoja, jotta voit innostaa oppilaita oppimaan monimutkaista ja haastavaa materiaalia.



Kouluttajalla eli opettajalla on erittäin tärkeä rooli oppilaiden oppimisessa. Jotta oppilas kiinnostuisi STEM-aineesta ja säilyttäisi sen, opettajan on luotava sellaista oppimisympäristöä, jossa oppilas ymmärtää käsitteet ja pystyy soveltamaan niitä tosielämän sovelluksiin.

Yksi tehokas tapa lisätä oppilaiden kiinnostusta tieteelliseen ja tekniseen tutkimukseen on järjestää useita retkiä. Koska STEM on sovelluspohjainen opetussuunnitelma, täällä opetettuja periaatteita sovelletaan monilla tieteenaloilla ja suurilla teollisuudenaloilla kaikkialla maailmassa.

Opettajan tehtävänä on:

- Käsitellä kaikki tarvittava materiaali luokahuoneessa.
- Toimia tiedon välittäjänä opiskelijan ja opetettavien käsitteiden välillä.
- Toimia asiantuntevana oppaana aina, kun oppilas on epävarma siitä, miten ongelman tai tehtävän kanssa tulisi edetä.

Siksi on äärimmäisen tärkeää, että opettajat pysyvät jatkuvasti ajan tasalla STEM-oppimisen nykyisistä suuntauksista ja edistysaskelista.

8.3 Miten STEM-koulutus auttaa opiskelijoita?

STEM-koulutus on kehittynyt entistä merkittävämmäksi maailmalla, sillä se tarjoaa monia etuja lukemattomilla aloilla. Koska useimmat alat ovat riippuvaisia STEM-aloista, sillä on välillisesti merkittävä rooli talouden kukoistuksessa. Tulevina vuosina STEM-alan odotetaan olevan yksi maailman suurimmista työnantajista. Uusia ja innovatiivisia teknologioita kehitetään joka päivä, ja tämän määrän odotetaan vain kasvavan tulevina vuosina.

Kun kaikilla STEM-aloilla on tapahtunut merkittävää edistystä, uusia uramahdollisuuksia avautuu hyvin nopeasti. Viime vuosina hyvin koulutetusta STEM-työvoimasta on ollut pulaa useissa osissa maailmaa. Vaikka koulutettujen opiskelijoiden kysyntä kasvaa päivä päivältä, STEM-urasta kiinnostuneiden opiskelijoiden määrä vähenee hälyttävää vauhtia.

Esimerkiksi pelkästään Yhdistyneessä kuningaskunnassa vaaditaan vuosittain vähintään 120 000 STEM-alan pääaineopiskelijan valmistumista pelkästään kysyntään vastaamiseksi. Vaikka STEM-kesäkouluohjelmat ovat perinteisesti olleet Yhdistyneessä kuningaskunnassa hyvin varattuja, näihin aiheisiin keskittyvien opiskelijoiden määrä on viime aikoina vähentynyt. Tämä on vaatinut merkittäviä uudistuksia koulutusjärjestelmään, jotta oppilaat innostuisivat valitsemaan ja menestymään STEM-oppiaineissa. STEM-koulutusta voidaan tarkastella kahdesta eri näkökulmasta: ensinnäkin koulun oppilaiden ja siihen sisältyvien opetusmenetelmien näkökulmasta ja toiseksi suuren yleisön näkökulmasta, johon kuuluvat vanhemmat ja opettajat, jotka voivat epäsuorasti auttaa oppilaita valitsemaan ohjelman.



Opiskelijoiden ja opettajien on tehtävä yhteistyötä, jotta aiheet esitellään ja ymmärretään tavalla, jota voidaan harjoitella todellisessa elämässä. Parempi ymmärrys STEM-ohjelmasta auttaa meitä paitsi saamaan selkeän kuvan siitä, mitä kaikkea se sisältää, myös tarjoamaan meille alustan, jonka avulla voimme tulla tietoisemmiksi STEM:stä oppimisvälineenä.

- **Se tarjoaa runsaasti työmahdollisuuksia**

Koulutus on tärkeä osa hienon uran rakentamista. STEM-alan lukemattomat työpaikat tarjoavat rikastuttavia mahdollisuuksia ja hyvää palkkaa. Vuonna 2018 verrattuna muihin työpaikkoihin, joissa maksetaan keskimäärin 12-17 dollarin tuntipalkkaa, STEM-työn keskipalkka on noin 20-30 dollaria. Lisäksi, koska luonnontieteiden, teknologian, tekniikan ja matematiikan alalla on niukasti lahjakkuuksia, yhä useammat yritykset päättävät maksaa äärimmäisiä palkkoja hakijoille, jotka sopivat hyvin tähän kategoriaan. Tästä pääsemmekin seuraavaan kysymykseen, miksi STEM-alan avoimia työpaikkoja on niin paljon. Kaikki STEM-alaan kuuluvat työpaikat laajenevat jatkuvasti vuosien mittaan. Työpaikkojen kysyntä kasvaa asteittain. Lisäksi tekoälyn ja koneoppimisen muodossa olevat uudemmat mahdollisuudet ovat viime aikoina nousseet merkittävään valokeilaan. Nykyään STEM-alat ovat paljon suurempia ja niillä on merkittävä rooli.

- **Innovaatio on kasvupolttoaine**

Kun kyse on luonnontieteistä, tekniikasta, teknologiasta ja matematiikasta, innovaatio on sen toinen nimi. Koska ala on jatkuvasti dynaaminen, se tarjoaa opiskelijoille mahdollisuuden innovoida ja haastaa tietonsa. Tämä on yksi tärkeimmistä syistä STEM-työpaikkojen kasvavaan kysyntään, mikä johtaa kysynnän kasvuun. Lisäksi täällä lapsille tarjotaan mahdollisuus työskennellä erilaisissa töissä, joista he tuskin ovat tietoisia. Kaiken kaikkiaan STEM-työt tarjoavat mielenkiintoisen tulevaisuuden. Olipa kyse sitten rahasta tai oppiaineesta, STEM tarjoaa panoraamanäkymän tulevaisuuteen. Se tarjoaa opiskelijoille loistavan alustan, tulevaisuuden, joka on täynnä innovaatioita, futuristista oppimista ja paljon taitojen tutkimista.

- **STEM:n esittely varhaisessa iässä**

Lapset tutustuvat usein lukemiseen ja urheiluun jo nuorena. Tekosyynä on herättää heissä uteliaisuutta ja herättää heidän kiinnostuksensa. Ajan myötä he sisäistävät tämän ja kiinnostuvat tutkimaan sitä lisää. Sama tekniikka sopii hyvin myös aikuisille. Kun muistelemme koulutuksellisia mielenkiinnon kohteitamme, se on syvemmillä yhteydessä aloihin, joilla olimme taitavia lapsuudessamme. Näin ollen lasten tutustuttaminen STEM-aloihin heidän varhaisina oppimisvuosinaan voi lopulta auttaa luomaan lisää uteliaisuutta ja jopa taitoja. Se auttaa myös terävöittämään heidän luonnontieteellistä osaamistaan.



Opiskelijat ja nuoret ovat uteliaita ja etsivät jatkuvasti toimintaa, joka voi haastaa heidät. Tämän uteliaisuuden ylläpitäminen auttaa heitä maksimoimaan kykynsä. Tiedeleirit auttavat oppilaita tekemään johtopäätöksiä, luomaan yhteyksiä ja tutkimaan syvempää merkitystä ja ymmärrystä heitä kiinnostavilla aloilla.

oppiminen STEM-

Monet järjestöt ovat STEM-kesäkouluista, joita nuorille opiskelijoille. voittoa yhteyksiä

huippuluokan

antavat oppilaille mahdollisuuden vierailla näissä paikoissa ja saada käytännön kokemusta nykyisestä tieteellisestä tutkimuksesta.

Opiskelijat pääsevät myös vuorovaikutukseen tiedemiesten ja teollisuuden ammattilaisten kanssa, jotka työskentelevät eri STEM-aloilla. He pääsevät tutustumaan useisiin näistä aloista ja ovat samalla vuorovaikutuksessa muiden opiskelijoiden kanssa eri puolilta maailmaa, joilla on samanlaisia kiinnostuksen kohteita.

Lopuksi, miten ja missä mennään tästä eteenpäin? Koska maailma kiihtyy kohti uutta tulevaisuutta, tartu STEM-oppimismahdollisuuksiin niin hyvin kuin mahdollista. Mahdollisuuksista ei ole pulaa lapsille ja nuorille, joilla on uteliaisuutta rakentaa uraansa. Sitä paitsi, koska STEM-työpaikkoja on tarjolla runsaasti ja sen vaikutus tuntuu lähes kaikilla aloilla, se on loistava ala tulevaisuutta ajatellen. Voit osallistua kursseille ja tapahtumiin tietojesi kartuttamiseksi. Meidän pitäisi pyrkiä kokoamaan yhteen tieteellisesti suuntautuneita mieliä, jotta he saavat tarvittavat tiedot, taidot ja yhteydet, joiden avulla he voivat tarkastella maailmaa laajemmasta näkökulmasta ja luoda lupaavan tulevaisuuden.

STEM-oppiminen on tie tulevaisuuteen. Koska ihmiset ovat yhä riippuvaisempia teknologiasta, on tarpeen toteuttaa huomattavaa teknologista kehitystä kysyntään vastaamiseksi. Tämä voidaan toteuttaa kestävästi vain STEM-opetuksen avulla. STEM-opetus osoittautuu perinteistä matematiikka- ja kesäohjelmaa paremmaksi, koska se on sulautettu oppimisympäristö ja koska se näyttää oppilaille, miten tieteellistä menetelmää voidaan soveltaa jokapäiväisessä elämässä. Se opettaa oppilaita ajattelemaan laskennallisesti ja keskittymään ongelmanratkaisun reaali maailman sovelluksiin.



- **Käytännönläheinen alalla**

tunnettuja tiedeleireistä ja ne järjestävät innokkaille. Nämä järjestöt toimivat tavoittelematta, ja niillä on moniin tunnettuihin teollisuudenaloihin ja tutkimuslaitoksiin. Ne



9. Koulujen rehtorit ja oppilaitosyhteisö mukauttamassa STEM-koulutusta koskevaa toimintasuunnitelma a



Kuinka hyvin nuoret oppilaat ovat valmistautuneet ratkaisemaan ongelmia, joita he kohtaavat koulun jälkeisessä elämässä, jotta he voivat saavuttaa tavoitteensa työelämässä, kansalaisina ja jatko-opinnoissa?

Joissakin elämän haasteissa heidän on hyödynnettävä koulun opetussuunnitelman tietyissä osissa opittuja tietoja ja taitoja - esimerkiksi matematiikkaan liittyvän ongelman tunnistamisessa ja ratkaisemisessa. Toiset ongelmat eivät liity yhtä selvästi koulussa opittuihin tietoihin, ja niissä oppilaiden on usein selviydyttävä tuntemattomista tilanteista ajattelemalla joustavasti ja luovasti.

Nykyään maailma on muuttunut nopeasti, eikä nykyisin hankittujen tietojen ja taitojen odoteta riittävän, kun oppilaita valmistellaan elämään. Korostetaan, että 2000-luvun taitoja, kuten digitaalisia taitoja, kriittistä ajattelua, yhteistyötä, ongelmanratkaisua, innovatiivista ja analyttistä ajattelua, tarvitaan kipeästi myös tulevaisuudessa.

Lisäksi STEM-opetus (tiede, teknologia, tekniikka ja matematiikka) valmistaa kaikki oppilaat 2000-luvun talouden haasteisiin ja mahdollisuuksiin.

STEM-alan työmarkkinoiden tilanne osoittaa, että STEM-alan ammattitaitoisen työvoiman työllisyysaste on nousussa talouskriisistä huolimatta, ja sen odotetaan jatkavan nousuaan kasvavan kysynnän vuoksi. Samaan aikaan suuri määrä STEM-ammattilaisia lähestyy eläkeikää. Vuoteen 2025 mennessä odotetaan tulevan noin 7 miljoonaa avointa työpaikkaa. STEM-taitojen kysyntä edellyttää erikoiskoulutusta sekä toisen että korkea-asteen koulutuksessa.

STEM-oppimisessa on pitkälti kyse luovien ratkaisujen suunnittelusta reaali maailman ongelmiin. Kun oppilaat oppivat autenttisen, ongelmalähtöisen STEM-suunnittelun yhteydessä, he näkevät selvemmin oppimisensa todellisen vaikutuksen. Yksittäiset taidot STEM-oppiaineissa ovatkin yhä tärkeämpiä tulevaisuuden ammateissa, jotka perustuvat huipputeknologiaan.

Nopeasti muuttuvan teknologian aikakausi on tuotava luokkahuoneeseen, ja useampien opettajien on oltava tietoisia kuvioista, joita nämä oppilaat tarvitsevat saadakseen heidän huomionsa kiinnittymään ja saadakseen heidät hankkimaan taitoja ja osaamista.

STEM-aiheita ja -taitoja pidetään kuitenkin hyvin haastavina eikä niitä pidetä opiskelijoiden kannalta houkuttelevina, mikä käy ilmi viimeisimmistä PISA-testeistä (Programme for International Student Assessment), jotka osoittavat selvästi, että opiskelijat tarvitsevat erilaisia opetus- ja oppimismalleja.

Vuonna 2019 julkistetut vuoden 2018 Pisa-testin tulokset eivät osoittaneet edistystä EU:n oppilaiden matematiikan ja luonnontieteiden suorituksissa (Euroopan komissio, 2019). Vuosina 2000-2015 STEM-koulutuksen (luonnontieteiden, teknologian, tekniikan ja matematiikan) kehitys ei ole ollut kovin rohkaisevaa. Tarkemmin sanottuna, vaikka tavoite on 15 prosenttia, vuoden 2015 tulokset osoittavat, että 22,2 prosenttia eurooppalaisista opiskelijoista matematiikassa ja 20,6 prosenttia luonnontieteissä ei päässyt Pisa-testin kolmannelle tasolle. Näin ollen Yhdistyneiden Kansakuntien kestävä kehityksen tavoite 4 (SDG4), joka koskee laadukasta koulutusta ja kestävä kehitystä, jäi saavuttamatta.

Näin ollen yliopistoa edeltävien oppilaiden vankan ja merkityksellisen tieteellisen ymmärryksen kehittäminen sekä heidän valmistamisensa kohtaamaan yhä teknistyneemmän maailman haasteet edellyttävät erityisten opetuskäytäntöjen, uskomusten ja asenteiden tuntemusta. Opettajat ovat keskeisiä toimijoita, joten heidän olisi edistettävä korkeaa itsetehokkuutta ja oppimistulosten odotuksia, harjoitettava haastavia mutta myös vaikuttavia käytäntöjä ja oltava hyvin tietoisia 2000-luvun taidoista ja alan tulevista uramahdollisuuksista.

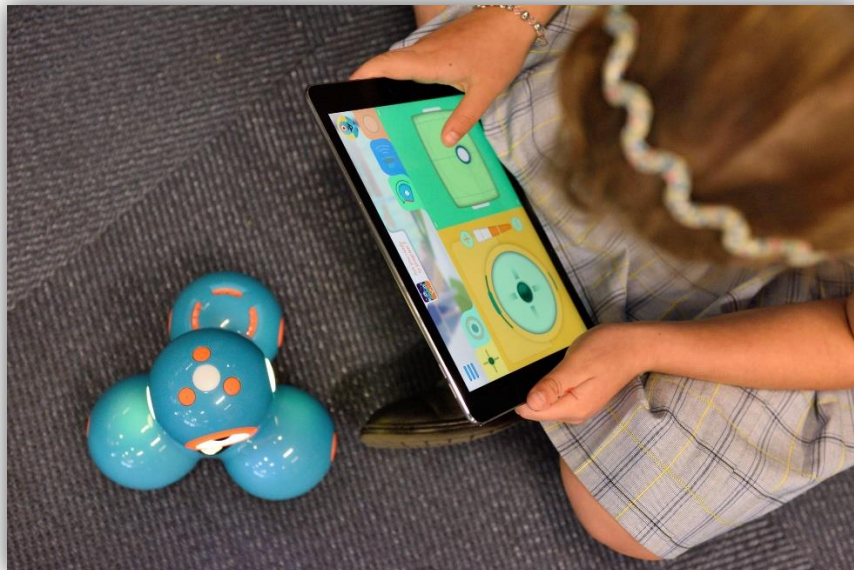
Siksi meidän on valmisteltava kaikkia oppilaita menestymään lukion jälkeen riippumatta siitä, erikoistuvatko he STEM-aloille vai eivät.



Koulutuksessa tarvitaan innovatiivisia lähestymistapoja ja innovatiivisia opettajia. Ole yksi heistä! Aloita itse innovointi nyt! Käytä STEM Labyrinth -sovellusta!

Työkalupakistamme (saatavilla täältä: [Työkalupakki – STEM Labyrinth](#)) löytyy jo STEM-yhteisökartta (toiminto A1.3, sivu 20-39), jossa on useita hyviä käytäntöjä kustakin kumppanimaasta: kehotamme teitä tutustumaan niihin kaikkiin!

Samasta asiakirjasta löydät lisäksi kuusi hyödyllistä oppituntisuunnitelmaskenaariota (toiminto 1.6, s. 47-82).





10. Valtioiden opetushallitukset voivat luoda tukevat poliittiset puitteet, jotka ovat keskeinen perusta STEM-koulutuksen uudelleensuunnittelun onnistumiselle

STEM-koulutuksesta on tullut yksi Euroopan tason tärkeimmistä painopisteistä, joka liittyy läheisesti maiden maailmanlaajuiseen kilpailukykyyn liittyviin tuloksiin. Maailman kilpailukykyraportissa 2015-2016, jossa luodaan yleiskatsaus 140 maan kilpailukykyyn, todetaan, että koulutusuudistuksen on oltava keskeisellä sijalla hallitusten ja poliittisten päättäjien asialistalla, jotta voidaan lisätä nykypäivän talouden kilpailukykyä, joka perustuu innovointiin, teknologiaan ja yrittäjyyteen.

Siksi hyväksymme seuraavat viisi toimenpidettä tehokkaan STEM-koulutuksen edistämiseksi, kuten joulukuussa 2018 julkaistussa Scientix Observatoryn raportissa Euroopan STEM-koulutuskäytännöistä todetaan:



- Tuetaan innovatiivisia tiede-, teknologia- ja luonnontieteiden opetuskäytäntöjä ja -verkostoja, jotka perustuvat tutkivaan luonnontieteiden opetukseen (IBSE) ja muihin oppilaskeskeisiin pedagogiikkoihin: tiede-, teknologia- ja luonnontieteiden opettajilta puuttuu edelleen luottamusta innovatiivisempien pedagogiikkojen lähestymiseen;
- Tarjotaan asiaankuuluvia ammatillisia kehittämismahdollisuuksia STEM-opettajille ja vahvistetaan koulujen ja teollisuuden välistä yhteistyötä: On selvästi tarpeen tukea sellaisten asiaankuuluvien STEM-koulutusohjelmien kehittämistä ja levittämistä, jotka kannustavat opettajia kehittämään aineellista ja pedagogista tietämystään sekä lisäämään luottamusta uusien teknologioiden käyttämiseen luokassa;
- STEM-opetuksen opetussuunnitelman ja arvioinnin uudistaminen: Tärkeä tekijä on tapa, jolla opetussuunnitelma on laadittu ja jolla sitä odotetaan opetettavan. Tarvitaan arviointikäytäntöjä, joissa formatiivisille arviointimenetelmille annetaan riittävästi painoarvoa, jotta innovatiivisten pedagogisten menetelmien käyttöä ei estetä koulutuksen viimeisinä vuosina;
- Koko koulun kattavien STEM-suuntautuneiden strategioiden kehittämisen ja toteuttamisen tukeminen: selkeän STEM-strategian kehittäminen koulun tasolla innovatiivisen STEM-opetuksen edistämiseksi ja tukemiseksi voi olla olennaisen tärkeää pyrittäessä koordinoimaan toimia, joilla parannetaan STEM-opetuksen laatua ja varmistetaan, että STEM-opettajat saavat asianmukaista tukea käytäntöjensä parantamiseksi;
- Tieteidenvälisen yhteistyön vahvistaminen integroivan STEM-opetuksen käyttöönoton edistämiseksi: harkitaan opettajien yhteistyön vahvistamista ja kannustetaan hyvien käytäntöjen vaihtoa eri tieteenalojen välillä, jotta voidaan varmistaa, että luokkahuoneissa on edellytykset mielekkäälle integroivalle STEM-opetukselle.

Voimme innovoida – meidän on pakko. Voimme menestyä – meidän on pakko. Paremman nykyisyyden ja uusien sukupolvien valoisamman tulevaisuuden puolesta. Lisäksi meidän kaikkien vuoksi! Käytä STEM Labyrinth -sovellusta!





11. Koulujen, yhteisön ja poliittisten päättäjien välisten siteiden kehittäminen

Maailmanlaajuisesti tiede-, teknologia-, insinööri- ja matematiikkakoulutuksen vahvistaminen on tunnustettu ratkaisuksi moniin yhteiskunnallisiin ongelmiin, kuten luonnonvarojen ehtymiseen ja ilmastonmuutokseen liittyviin kysymyksiin. Koska tiede- ja teknologia-alojen tunnustetaan olevan taloudellisia vetureita, tiede- ja teknologia-alan koulutus on aloitettu sekä teollisuus- että kehitysmaissa. Tämä perustuu ajatukseen, jonka mukaan tehokas STEM-koulutus on väline, jonka avulla opiskelijoissa voidaan kehittää paljon toivottuja 2000-luvun taitoja.

Jopa sellaisilta opiskelijoilta, jotka eivät tavoittele STEM-alan uraa, vastuullinen kansalaisuus edellyttää nykyään vankkaa STEM-koulutusta, olipa kyse sitten terveydenhuollosta, ympäristönsuojelun ymmärtämisestä, nykyisen geopolitiikan ymmärtämisestä tai globaalien mahdollisuuksien ja kriisien selittämisestä.

Muutos alkaa yhteisöstämme. *STEM Labyrinth* -sovelluksen ja -menetelmän käyttö edistää myös vahvempien siteiden syntymistä koulujen, niiden oppilaiden ja koulujen sekä paikallisyhteisöjen välille. Mutta tämä ei tietenkään ole helppo prosessi eikä automaattinen.



Yhteisöillä on ainutlaatuinen ja elintärkeä rooli oikeudenmukaisen ja kestävänn innovoinnin kehittämisessä. Yhteisön ja sen jäsenten sitouttaminen omaan tulevaisuuteensa tarjoaa hedelmällisen maaperän uusille ideoille ja mahdollisuuden laajamittaiseen sitoutumiseen hyväksytyihin ideoihin ja suunnitelmiin. Yhteisön keskeiset sidosryhmät eivät aina ole virkamiehiä, yritysmaailman suurmiehiä tai edes yhteisön johtajia. Kun yhteisö löytää suunnitteluprosessia tukevan ja siihen osallistuvan monipuolisen otoksen, on todennäköisempää, että se saa aikaan vaikuttavampia ja kestävämpiä innovaatioita.

STEM Community Engagement -prosessissa kehitetään pitkän aikavälin suunnitelma STEM-koulutuksen parantamiseksi kokoamalla yhteen monipuolinen joukko yhteisön jäseniä suunnittelemaan, muotoilemaan ja luomaan innovatiivisia muutoksia siihen, miten opetamme ja opimme. Kansallinen tutkimus, koulutuksen parhaat käytännöt, suunnitteluprosessit ja muut yhteisön sitouttamiskäytännöt ovat antaneet tietoa prosessin vaiheiden, toimintojen ja välitavoitteiden kehittämiseksi. Kaikkia sidosryhmiä yhdistää viisi suunnitteluperiaatetta, jotka ohjaavat työtä:

- Oikeudenmukainen: Tehdään STEM-lukutaito ja taloudelliset mahdollisuudet kaikkien oppilaiden ulottuville.
- Skaalautuva ja kestävä: Edistetään koulutusinnovaatioita ja taloudellista mukauttamista koordinoitusti ja suunnitelmallisesti.
- Innovatiivinen: Annetaan yhteisöille välineet, joita tarvitaan STEM-koulutuksen muuttamiseen.
- STEM-painotteinen: Voimaannuttaa ja tukea kulttuuria, joka kasvattaa ja tukee innovatiivisia STEM-ammattilaisia ja tuo yritykset, koulut, voittoa tavoittelemattomat yhteisöt ja muut yhteisön laitokset yhteen valmistamaan oppilaita ja yhteisöjä 2000-luvun työpaikkoja varten.
- Yhteistyöpohjainen: Kehitetään valtion laajuinen verkosto STEM-osaamista varten paikallisten, valtion ja kansallisten verkostojen ja näyttöön perustuvan tutkimuksen avulla.

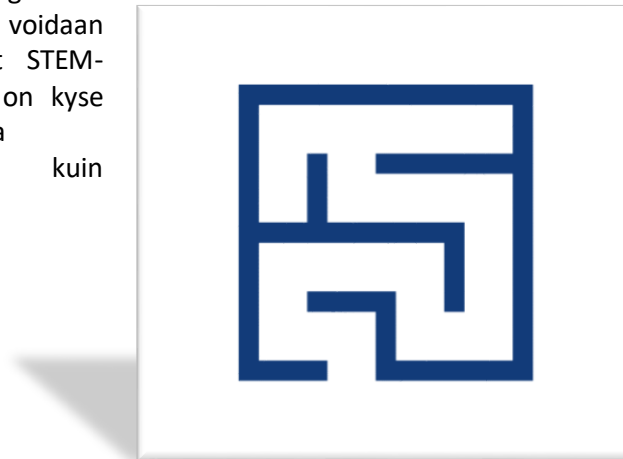
Esimerkiksi kansalaistiede tarjoaa nuorille ja opettajille ainutlaatuisia mahdollisuuksia havainnoida ja tutkia maailmaa aitojen tutkimuskokemusten kautta, jotka ovat välttämättömiä vankan STEM-oppimisen kannalta. Myös tässä yhteydessä STEM Labyrinth -sovelluksemme ja -menetelmämme voivat olla pätevä kumppani oppimiselle.

Koulun ulkopuoliset tilat ovat olennainen osa STEM-oppimisen ekosysteemiä. Koulupäivän ulkopuolella tapahtuvalla toiminnalla on suuri potentiaali tarjota STEM-kokemuksia, jotka ovat kiinnostavia, reagoivia ja luovat yhteyksiä. Tutkimusten mukaan aitojen tiedekokemusten hyödyntäminen on välttämätöntä, jotta voidaan kehittää sujuvuutta STEM:n parissa – meidän on tehtävä tiedettä oppiaksemme luonnontieteitä (2). Nuorilla on kuitenkin vain vähän mahdollisuuksia osallistua tällaisiin syvällisiin, oppilaskeskeisiin kokemuksiin STEM-aiheista. Vielä harvinaisempia ovat tilaisuudet yhdistää autenttiset tiedekäytännöt oppilaiden omaan elämään, kiinnostuksen kohteisiin ja oppimisympäristöihin. Opettajat ja nuoret etsivät yhä useammin tapoja työskennellä todellisten tietojen ja tieteellisten ongelmien parissa, erityisesti sellaisten, jotka liittyvät heidän paikallisyhteisöönsä ja ympäristöönsä (3). Kansalaistiede tuo nuoret ja opettajat suoraan mukaan



todelliseen tutkimukseen, missä tahansa he ovatkin ja mitä tahansa heitä kiinnostaa. Kansalaistieteen avulla nuoret osallistuvat aktiivisiin tutkimuksiin, jotka liittyvät tieteeseen, jolla on merkitystä laajemmassa maailmassa. Kansalaistiede upottaa nuoret tieteen käytäntöihin ja antaa näille käytännöllä merkitystä siellä, missä he asuvat, oppivat ja leikkivät. Kansalaistiede tarjoaa kontekstin, jossa nuorisokasvattajat voivat auttaa oppijoita kehittämään STEM-taitoja, kuten havainnointia, teknologian käyttöä ja tietojen lukutaitoa, ja nivoo nämä taidot yhteen ja soveltaa niitä suoraan heitä kiinnostaviin ongelmiin. kansalaistieteellä voidaan saavuttaa vankat STEM-oppimalla, jossa on kyse henkilökohtaisesta identiteetistä kuin

Näillä tavoin ainutlaatuisella tavalla oppimistavoitteet yhtä paljon kiinnostuksesta ja sisällöstä ja käsitteistä.



Viitteet

- (1) Parno, Estianinur and Eny Latifah, The Increase of Problem Solving Skills of Students through STEM Integrated Experiential Learning with Formative Assessment, *The 2nd Science and Mathematics International Conference (SMIC 2020), AIP Conf. Proc.*
- (2) Gao et al, Reviewing assessment of student learning in interdisciplinary STEM education, *International Journal of STEM Education (2020 ,7:24)*
- (3) Howes et al, Re-envisioning STEM education: curriculum, assessment and integrated, interdisciplinary studies, *Royal Society Report (August 2013)*
- (4) Papadopoulou et al, Revisiting evaluation and assessment in STEM education: A multidimensional model of student active engagement, *Proceedings of EDULEARN 17 Conference (Barcelona ,Spain, 2017)*
- (5) Nikou & Economides, A Framework for Mobile-Assisted Formative Assessment to Promote Students' Self-determination, *Future Internet 2021, 13, 116*



- (6) Nikou & Economides, Mobile-Based micro-Learning and Assessment: Impact on learning performance and motivation of high school students, *Journal of Computer Assisted Learning*, Volume 34, Number 3, June 2018
- (7) Kousloglou, Mobile Learning in Science: A Study in Secondary Education in Greece, *Creative Education*, 2019, 10 (1271 – 1284)
- (8) A. Popovici, O. Istrate, C. Mironov (2019). *Teachers' Perspective on the Premises and Priorities of STEM Education*, European Schoolnet
- (9) [AfterSchoolSTEM-170510.pdf \(citizenscience.org\)](#)
- (10) Akua Carraway, Karl Rectanus, Mark Ezzell (2012). The Do-It-Yourself Guide to STEM Community Engagement. How to Build Sustainable Education Innovation in YourCommunity, [diy-guide.pdf \(indianaafterschool.org\)](#)
- (11) Nistor, A., Gras-Velazquez, A., Billon, N. & Mihai, G. (2018). *Science, Technology, Engineering and Mathematics Education Practices in Europe. Scientix Observatory report - December 2018*, European Schoolnet
- (12) Roungos G., Kalloniatis C., Matsinos Y. (2020). *STEM Education in Europe & the PISA Test*, Scientific Educational Journal “educ@tional circle”
- (13) Schwab, K. (2015). *The Global Competitiveness Report 2015-2016*, World Economic Forum
- (14) Vongai Mpofu (2019). A Theoretical Framework for Implementing STEM Education, [A Theoretical Framework for Implementing STEM Education | IntechOpen](#)
- (15) Bain, K. (2004). What the best college teachers do. Harvard University Press.
- (16) Dixson, M. D. (2010). Creating effective student engagement in online courses: What do students find engaging? *Journal of the Scholarship of Teaching and Learning*, 10(2) 1-13.
- (17) Goldberg, N. A., & Ingram, K. W. (2011). Improving student engagement in a lower- division botany course. *Journal of the Scholarship of Teaching and Learning*, 11(2), 76-90.
- (18) Heil, D. R., & Pearson, G., & Burger, S. E. (2013), *Understanding Integrated STEM Education: Report on a National Study Paper*, ASEE Annual Conference & Exposition, Atlanta, Georgia, June 23. Georgia: ASEE.
- (19) Hug, T., & Friesen, N. (2007). Outline of a microlearning agenda. *Didactics of Microlearning. Concepts, Discourses and Examples*, 15-31.
- (20) Johnson, C. C. (2012). Implementation of STEM education policy: Challenges, progress, and lessons learned. *School Science and Mathematics*, 112(1), 45–55.



- (21) Krishnamurthi, M., & Richter, S. (2013). Promoting STEM education through mobile teaching and learning. International Association for Development of the Information Society. Retrieved, March 20, 2017,
- (22) Kukulska-Hulme, Agnes (2009). Conclusions: Future Directions in Researching Mobile Learning. In: Vavoula, Giasemi; Pachler, Norbert and Kukulska-Hulme, Agnes eds. Researching Mobile Learning: Frameworks, tools and research designs. Oxford, UK: Peter Lang Verlag, pp. 353–365.
- (23) Robinson, C., & Hullinger, H. (2008). New benchmarks in higher education: Student engagement in online learning. Journal of Education for Business.
- (24) Schuitema, J., Peetsma, T., & van der Veen, I. (2016). Longitudinal relations between perceived autonomy and social support from teachers, and students' self-regulated learning and achievement. Learning and Individual Differences, 49, 32-45.
- (25) Traxler, J. (2007). Defining, discussing and evaluating mobile learning: The moving finger writes and having writ. The International Review of Research in Open and Distributed Learning, 8(2), 1–8.
- (26) Treffinger, D. J., Selby, E. C., & Isaken, S. G. (2008). Understanding individual problem-solving style: A key to learning and applying creative problem-solving. Learning and Individual Differences, 18, 390- 401. <http://dx.doi.org/10.1016/j.lindif.2007.11.007>
- (27) Theobald, M. A. (2006). Increasing student motivation: Strategies for middle and high school teachers. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.
- (28) Zhang, Q. (2014, February 14). Assessing the effects of the instructor enthusiasm on classroom engagement, learning goal orientation, and academic self-efficacy. Communication Teacher, 28(1), 44-56.
- (29) Zhang, T., Solmon, M. A., & Gu, X. (2012). The role of teachers' support in predicting students' motivation and achievement outcomes in physical education, Journal of Teaching in Physical Education, 31(4), 329-343.
- (30) Green, M. (2019, May 12). STEM Teacher: What Is It? and How to Become One?
- (31) Ziprecruiter. ZipRecruiter. Retrieved May 2, 2022, from <https://www.ziprecruiter.com/Career/STEM-Teacher/What-Is-How-to-Become>



- (32) Myhill, R. (2022, April 21). What Is Stem Education? A Beginner's Guide. LIYSF. Retrieved May 2, 2022, from <https://www.liysf.org.uk/blog/what-is-stem-education>



Laatijat



 Association of
European
(ATLME), Portugali

Movements
(Diogo Mota)

-  Learnmera Oy, Suomi (Julia Heubuch)
-  Association for European education and mobility (AMETA), Pohjois-Makedonia (Mariche Koleva, Hristina Leova)
-  Doukas School, Kreikka (Yiannis Kotsanis, Spiridon Mondelos, Emmanouil Mogios)
-  MARTNA PÕHIKOOL, Viro (Järvi Kimst, Kairi Mustjatse)
-  Saint George Lyceum, Kypros (Giorgos Chimonides, Elena Hadjigeorgiou)
-  Enjoy Italy, Italia (Alessandro Gariano)

