



Enhancing STEM skills through Arts and mini-games

**IO3 - Tuotokset ja suositukset taiteen ja
pelikonseptien hyödyntämisestä STEM-
opetuksessa**



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

The European Commission support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Erasmus+ Programme: KA2 - Strategic Partnership - School Education

G.A.STEM, Grant Agreement Number 2018-1-FI01-KA201-047215

Kehittäjä	EU-Track yhteistyössä muiden partnerien kanssa
Hanketoimi, johon tuotos liittyy	IO3/A4 Kerätyt parhaat käytänteet ja suositukset.
Tuotoksen nro ja nimi	IO3 - Tuotokset ja suositukset taiteen ja pelikonseptien hyödyntämisestä STEM-opetuksessa



*Creative Commons - Attribution-NoDerivatives 4.0
International Public license ([CC BY-ND 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/))*

Copyright © G.A.STEM, 2018-2021

Sisältö

1. Johdanto	5
2. ARTS and MINI-GAMES -kurssi	7
2.1 Opettajien profiilin kuvaus	8
2.2 Opettajien koulutuksen toteutus	9
2.3 Opettajien koulutuksen tulokset	11
3. STEM-TAITOJEN KEHITTÄMINEN: OPPILAJEN PROJEKTITYÖSKENTELY	16
3.1 Oppilaiden profiilin kuvaus	17
3.2 Oppilaiden toiminnan toteuttaminen	20
3.3 Oppilaiden tulokset	21
4. Oppilaiden projektityöskentelyn hyvät käytänteet	24
4.1 Maa: Belgia	27
4.2 Maa: Suomi	27
4.3 Maa: Italia	29
4.4 Maa: Kreikka	32
5. Suositukset ja parannukset tulevaisuudessa	34
Lähteet	37
LIITE 1 - Pre-piloting Online Questionnaire for Teachers	39
LIITE 2 - Post-Training Teacher Questionnaire	42
LIITE 3 - Preliminary Students Questionnaire	46
LIITE 4 - Follow-up Questionnaire for students	49
LIITE 5 - Application Form	52
LIITE 6 - Mini-game Concept Design Template	53

Luettelo kuvista

Kuva 1 - Arts and Mini-Games -kurssin neljä moduulia G.A.STEM -alustalla.....	7
Kuva 2 - Maat, jotka olivat mukana G.A.STEM -kurssilla.	8
Kuva 3 - G.A.STEM-verkkotapahtuma SCIENTIX:in 2020 STEM Discovery -kampanjan aikana.	8
Kuva 4 - Kurssille osallistuneiden opettajien oppiaineet.....	9
Kuva 5 - Kansalliset foorumit ja kansainvälinen foorumi G.A.STEM -alustalla.....	10
Kuva 6 - Yksi opettajien kanssa järjestetyistä online-kokouksista koulutuksen aikana.	11
Kuva 7 - Nuorten yleisesti kokemat vaikeudet koskien STEM-oppiaineita.	12
Kuva 9 - Tavat, joilla taideteosten käyttö tukee oppimista muissa oppiaineissa koko opetus suunnitelman tasolla.....	14
Kuva 11 - Oppilaiden mahdollinen käsitys G.A.STEM-menetelmästä.	15
Kuva 12 - Pilottivaiheeseen oppilaiden kanssa osallistuneet maat.	17
Kuva 13 - Oppilaiden ikä.....	17
Kuva 14 - Alustava asenne taiteen käyttöön keinona lisätä oppilaiden kiinnostusta sekä matematiikkaan että taiteeseen.	18
Kuva 17 - G.A.STEM -alusta - oppilaiden projektityöt -osa.....	21
Kuva 18 - Matematiikan ja tieteellisten käsitteiden todellisen soveltamisen ymmärtäminen paremmin taidetta hyödyntäen.	21
Kuva 19 - Kyselyyn viittaavat tulokset: "Voin käyttää luovuuttani ja olla omaperäinen pelikonseptin ja -idean kehittämisessä".	21
Kuva 20 - Lisääntynyt kiinnostus matematiikan ja luonnontieteiden oppimiseen "taideteosten" avulla.	21
Kuva 21 -G.A.STEM -koulutus julkaistuna School Education Gateway -alustalla.	36

Luettelo taulukoista

Taulukko 1 - G.A. STEM menetelmän ja työkalujen käytettävyys.....	15
---	----

1. Johdanto

Tässä raportissa kuvataan G.A.STEM -hankkeen pilotointivaiheen aikana toteutetut toimet ja saavutetut tulokset: e-oppimisalustalla sijaitseva (opettajien) verkkokurssi ja (oppilaiden) opiskeluprojektien kehittämistyö.

Raportissa analysoidaan saavutettuja tuloksia ja vertaillaan odotettuja ja saavutettuja tuloksia keskenään.

Lisäksi siinä kuvataan yksityiskohtaisesti oppilaiden saavutukset kehittyneiden tietojen, taitojen ja osaamisen sekä suoritettujen harjoitusten suhteen.

Hanketuotoksen vastuutahona on toiminut EU-Track (Italia). Kaikki kumppanit ovat kuitenkin olleet mukana pilotoinnin kautta:

- TURUN YLIOPISTO (Suomi)
- Tamsalu Gymnasium (Viro)
- TALLINN UNIVERSITY (Viro)
- PIXEL Association (Italia)
- I.C. MARIA MONTESSORI (Italia)
- Sint-Lievenscollege Ghent (Belgia)
- Rieskalahteen Koulu (Suomi)

Hanketuotos tarjoaa myös analyysin toteutuneen projektityöskentelyn raportointilokeista, joita opettajat ovat laatineet pilotointivaiheessa. Raportointilokien suhteen analysoidaan eurooppalaisessa kumppanuudessa jaettuja kokemuksia oppilaiden kehittämistä STEM- ja poikkitieteellisistä taidoista.

Lopuksi raportti sisältää kouluissa toteutuksessa tunnistetut parhaat käytännöt, oppilaiden kehittämät projektityöt ja joukon suosituksia, joissa korostetaan vahvuuksia ja heikkouksia liittyen tulevaisuuden toteutuksiin.

Saavutettujen tulosten perusteella koulutuspolku ja metodologia päivitetään ja mukautetaan.

Tehtävät ovat olleet seuraavat:

- O3 / A1 - Opettajien koulutus;
- O3 / A2 - Opiskeluprojektin kehittäminen oppilaiden kanssa;
- O3 / A3 - Parhaiden käytäntöjen kokoaminen;
- O3/ A4 - Tuotoksen laatiminen kerätyistä parhaista käytännöistä ja suosituksista tulevaisuuden toteutuksia varten.

Pandemian aiheuttamat rajoitukset vaikuttivat koko pilotointivaiheeseen ja kohderyhmien (opettajat ja oppilaat) osallistumiseen. Kansallisella tasolla oli havaittavissa joitain eroja mukana olevissa kumppanimaissa: Suomessa, Italiassa, Belgiassa ja Virossa.

Projektityökalujen ja menetelmän arviointia varten laadunvarmistus- ja arviointiryhmä valmisteli ja hallinnoi laadullisten ja määrällisten tietojen keräämiseksi seuraavat yksityiskohtaiset arviointivälineet:

1. Pilotointia edeltävä kysely opettajille (liite 1);
2. Koulutuksen jälkeinen kysely opettajille (liite 2);
3. Aloituskysely oppilaille (liite 3);
4. Jatkokysely oppilaille (liite 4);

Lisäksi opettajat kertoivat kokemuksistaan koskien oppilaiden kanssa toteutunutta työskentelyä ja projektin pedagogisen lähestymistavan tehokkuutta raportointilokien kautta, heille toimitettua mallia hyödyntäen.

Kaikkia tuloksia on vertailtu keskenään, ja tulokset on analysoitu, käsitelty ja raportoitu omissa tietyissä osioissaan käsillä olevassa dokumentissa.

2. ARTS and MINI-GAMES -kurssi






Arts and Mini-Games -kurssille osallistui opettajia, jotka valittiin helmikuussa 2020 aloitetun valintamenettelyn kautta laatimalla hakulomake (LIITE 5). Pilotointitiimi kiinnitti erityistä huomiota opettajiin, joiden kouluissa toiminnan keskeisiä painopisteitä ovat:

- Koulunkäynnin keskeyttämisen vähentäminen ja ehkäisy;
- Yhdenvertaisen koulutukseen pääsyn edistäminen;
- Todellisen tuen tarjoaminen opettajille koulutuksen mahdollistamisen kautta;
- Sosiaalisen osallisuuden ja integraation vahvistaminen.

Pilotointitiimi laati osallistujien valintataulukon tarkastelemalla kaikkia kumppanimaissa kerättyjä hakemuksia. Ilmoittautumisjärjestys määriteltiin hakemusten saapumispäivän mukaan. Rekisteröintiprosessi oli kuitenkin käynnissä lokakuuhun 2020 saakka, jotta opettajille ja siten myös oppilaille voitaisiin tarjota mahdollisuus osallistua koulutukseen ja opettajat voisivat toteuttaa projektityön oppilaidensa kanssa. Tiimi sopi hakuajan jatkamisesta hätätilanteen keinona, joka otettiin käyttöön, kun kamppailtiin COVID-19:sta johtuvien kansallisten esteiden kanssa.

Koulutuspolun pilotointi pystyttiin kuitenkin järjestämään ilmoittautuneille opettajille. He osallistuivat neljään koulutusmoduuliin, joiden alun perin määritelty toteutusaika oli (kuva 1) helmikuusta 2020 lokakuuhun 2020:

1. STEM-taitojen parantaminen taiteen avulla;
2. Taiteen ja pelien yhdistäminen STEM -aineisiin;
3. Työskentely pelimekaniikan ja pelikonseptin kanssa;
4. Pilotointivaihe: opettajien koulutus ja oppilaiden projektityöskentely.

 <p>Introduction: The Piloting Phase - Teacher Training The short introduction aims to provide with some instructions on how to carry out the teacher training in the G.A. STEM platform by explaining the main features, the duration, and the tools to be used during the whole training.</p>	SCORM package: 1 File: 1 Progress: 0 / 2
 <p>Module 1 - Improving STEM skills using the ARTS The educational objective of the Module 1 is to know how to improve STEM skills using the ARTS and how to integrate STEM and Arts in the curriculum. The topics concern the reinforcement of STEM skills using the ARTS and the integration STEM and Arts in the curriculum.</p>	SCORM package: 1 File: 2 Progress: 1 / 3
 <p>Module 2 - Combining ARTS and game for STEM The educational objective of the Module 2 is to give practical examples on the combination among mathematics/science, arts and game design - game concept development, mini-games and to provide teachers with practical examples to be used in the classroom with their students. The topics concern the exercises selected by the project team. In particular, the ten exercises described are listed as follows: Snow crystal geometry; Harmonic Series; Giudizio Universale; The Naumachies; The Plane Mirror; Ant-Man and Science; Mondrian Art; Estonian Ornament; Architecture and Art; Pythagoras.</p>	SCORM packages: 9 File: 23 URL: 2 Interactive Content: 1 Page: 4 Folder: 1 Progress: 9 / 39
 <p>Module 3 - Working with game mechanics and game concept The educational objective of the Module 3 is to know how to build a game concept and how to implement math and science knowledge in games design/development. The topics concern the game design, game concept, and development and the combination of math and science knowledge and games design/development.</p>	Interactive Content: 8 Folder: 1 Progress: 1 / 8
 <p>Module 4 - The Piloting Phase - Student Project Work The educational objective of the Module 4 is focused on how to manage and carry out the piloting phase by realizing the project work with students. The topic concern the guidelines for users related to the platform, games, tools, and methodology to be used with students.</p>	

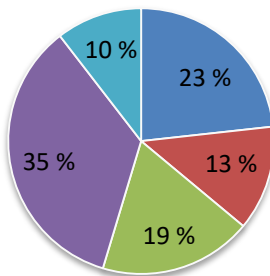
Kuva 1 - Arts and Mini-Games -kurssin neljä moduulia G.A.STEM -alustalla.

2.1 Opettajien profiilin kuvaus

Kaiken kaikkiaan 86 opettajaa ilmoittautui Arts and Mini-Games -kurssille eri maista (Kuva 2):

Kurssille osallistuneiden opettajien maat

■ Finland ■ Estonia ■ Belgium ■ Italy ■ Others



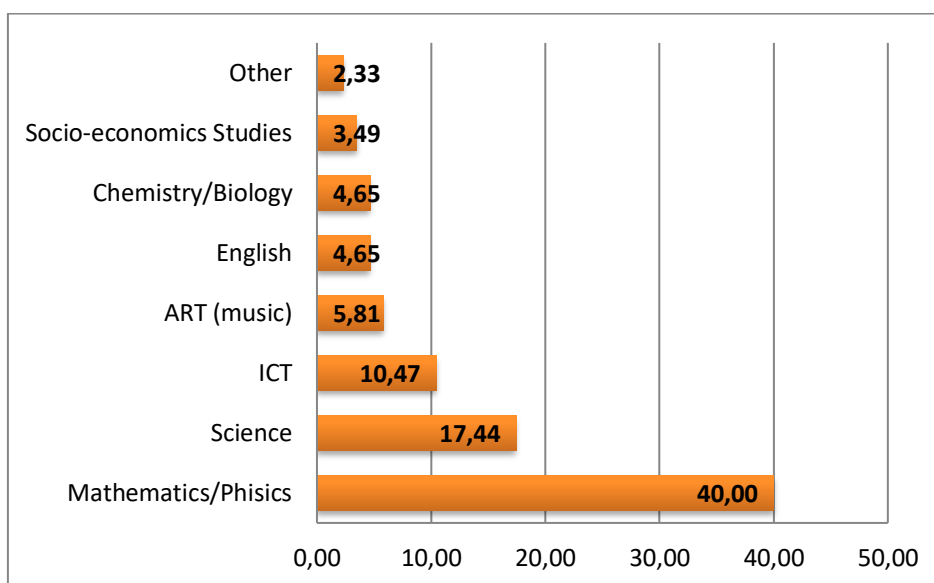
Kuva 2 - Maat, jotka olivat mukana G.A.STEM -kurssilla.
Muut: Kreikka, Intia, Irlanti, Portugali, Romania, Turkki.

SCIENTIX:in 15. huhtikuuta järjestämän 2020 STEM Discovery -kampanjan yhteydessä pidetyssä verkkotapahtumassa esiteltiin G.A.STEM -hanke, mukaan lukien pilotointivaihe (kuva 3). Tämä tapahtuma antoi pilotointitiimille mahdollisuuden ottaa mukaan opettajia myös muista maista kuin hankkeen kumppaniorganisaatioista, erityisesti Kreikasta, Intiasta, Irlannista, Portugalista, Romaniasta ja Turkista.



Kuva 3 - G.A.STEM-verkkotapahtuma SCIENTIX:in 2020 STEM Discovery -kampanjan aikana.

Opettaviksi oppiaineikseen suurin osa vastaajista on nimennyt matematiikan ja fysiikan (40%) ja luonnontieteet (17,44%). Kuitenkin, kuten kuviosta 4 voidaan nähdä, G.A.STEM -kurssin tarjoamat menetelmät ja välineet ovat houkutelleet mukaan myös muiden oppiaineiden kuten taideaineiden, kemian, biologian, ICT:n, englannin ja sosiaalisen taloustieteen opettajia.



Kuva 4 - Kurssille osallistuneiden opettajien oppiaineet.

2.2 Opettajien koulutuksen toteutus

Ennen oppilaiden kanssa toteutettavan pilotointivaiheen aloittamista opettajat osallistuivat koulutukseen, jonka avulla he saivat selkeän yleiskuvan menetelmästä ja tietoisuuden työkaluista, joita he tulisivat oppilaidensa kanssa käyttämään projektityöskentelyn toteuttamiseen.

Opettajat pääsivät Arts and Mini-Games -kurssin toteutukseen G.A.STEM -alustalta (<https://gastem.pixel-online.org/art-and-mini-games-course.php>), missä heille oli tarjolla:

- Lyhyt esittely, jonka tarkoituksena oli antaa ohjeita koulutuksen suorittamisesta G.A.STEM -alustalla selittämällä alustan tärkeimmät ominaisuudet, prosessin keston ja työkalut, joita käytettiin koko opetusjakson ajan. Esittely sisälsi myös ohjevideon aiheesta ”Kuinka navigoida ja käyttää G.A.STEM -alustaa ”.

- **Moduuli 1 - STEM-taitojen parantaminen taiteiden avulla**, jossa käsiteltiin STEM-taitojen vahvistamista taiteiden avulla ja STEM-aineiden ja taiteiden integrointia opetussuunnitelmassa.


- **Moduuli 2 - Taiteen ja peliteknologian yhdistäminen STEM-oppiaineisiin**, jossa pyrittiin antamaan opettajille matematiikan/luonnontieteiden, taiteen ja pelisuunnittelun/pelikonseptin kehittämisen sekä pelisovellusten yhdistämisestä käytännön esimerkkejä, käytettäväksi luokassa oppilaiden kanssa. Moduulissa kuvattiin kymmen projektiryhmän valitsemaa harjoitusta, jotka on listattu seuraavasti: Snow Crystal Geometry; Harmonic Series; Giudizio Universale; The Naumachie; the Plane Mirror; Ant-Man and Science; Mondrian Art; Estonian Ornament; Architecture and Art; Pythagoras.

- **Moduuli 3 - Pelimekaniikan ja pelikonseptin suunnittelu**, joka antoi tietoa pelikonseptin rakentamisesta ja siitä, miten matematiikan ja tieteen asiantuntemusta voi soveltaa ja yhdistää pelien suunnitteluun ja kehittämiseen.
- **Moduuli 4 - Pilotointivaihe - oppilaiden projektityöskentely**, joka keskittyi siihen, miten koulutuksen pilotointivaihe hoidetaan ja suoritetaan toteuttamalla projektityöskentelyä oppilaiden kanssa. Moduulin aiheet käsittelivät ohjeita liittyen alustaan, peleihin, työkaluihin ja menetelmiin, joita oppilaidenkin kanssa oli tarkoitus käyttää.

Jokainen moduuli koostui multimedialuennosta, luentomonisteista, PowerPoint -esityksistä, videoista ja demoista. Lisäksi hanketiimi toteutti jokaiseen moduuli 2:en sisältyneeseen harjoitukseen liittyen esimerkin pelikonseptin suunnittelusta, jossa taiteen ja matematiikan/luonnontieteiden sisältöteemoja yhdisteltiin toisiinsa kehitetyn mallin (LIITE 6 - Pelikonseptin suunnittelumalli) avulla.

Opettajilla oli mahdollisuus jakaa kokemuksiaan sekä toimintaansa ja kommunikoida keskenään sekä kansainvälisellä foorumilla että kansallisilla foorumeilla (kuva 5), joita oli perustettu yksi kutakin hankkeessa mukana olevaa maata kohti. Kansallinen ohjaaja käytti tätä G.A.STEM -alustan osaa teknisen ja sisällöllisen tuen tarjoamiseen opettajille G.A.STEM-kurssin ja oppilaiden kanssa toteutetun pilotointivaiheen aikana.

National Forums




The teachers will have at their disposal n. 4 national forums (one per each country involved in the project: [Finland](#), [Italy](#), [Belgium](#) and [Estonia](#)).

Here, they, supported by a national tutor, will have an opportunity to share their experience and activities during the training and the piloting phase with their students.

Moreover, they will be given content and technical assistance on request.

International Forum

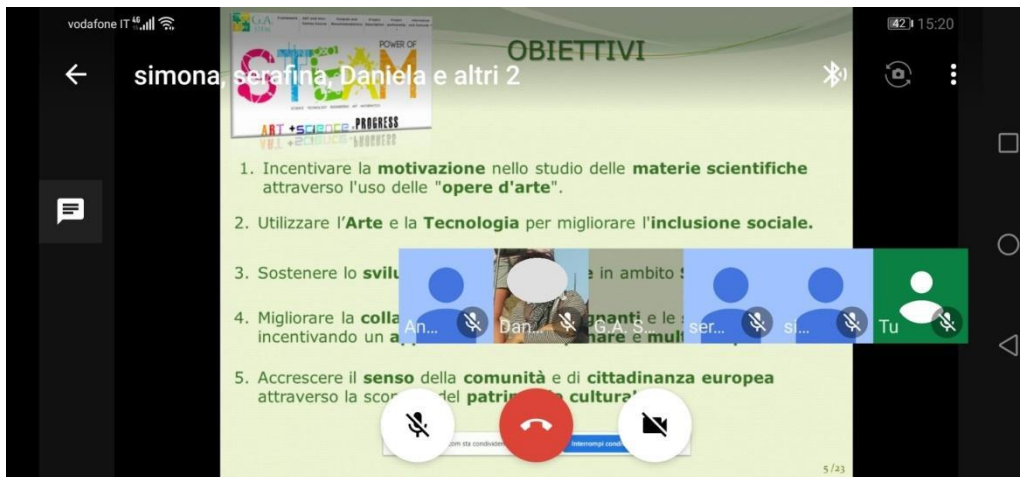


The teachers will have at their disposal one **international forum**.

Here, they will have an opportunity to share their experiences and activities during the training and the piloting phase with their students with other teachers from Europe.

Kuva 5 - Kansalliset foorumit ja kansainvälinen foorumi G.A.STEM -alustalla.

Ennen opettajien koulutusta, sen aikana ja sen jälkeen järjestettiin useita online-kokouksia, jotka auttoivat opettajia G.A.STEM -menetelmän ja -välineiden soveltamisessa (kuva 6).



Kuva 6 - Yksi opettajien kanssa järjestetyistä online-kokouksista koulutuksen aikana.

Ennen koulutusta ja sen jälkeen mukana olevat opettajat täyttivät opettajille suunnatut online-kyselylomakkeet: koulutusta edeltävän - sekä koulutuksen jälkeisen online-kyselylomakkeen. Loppujen lopuksi koulutuksen suorittaneiden opettajien lukumäärä oli 62, kun kurssille ilmoittautuneiden opettajien lukumäärä oli 86. Tämä johtui pandemian rajoituksista, pääosin kahdesta syystä. Ensimmäkin joillain opettajilla oli liikaa työtä pandemian aikaisen etäopetuksen päivittäisten virtuaalituntien hallinnan ja online-aktiiviteettien kanssa. Toiseksi osa opettajista olivat huolissaan siitä, ettei oppilaiden kanssa tehtävää projektityöskentelyä pystynyt toteuttamaan kasvotusten. Opettajat, jotka lopulta suorittivat pilotoinnin opiskelijoidensa kanssa, pystyivät hallitsemaan siihen liittyviä tehtäviä virtuaalisesti.

Lisäksi kaikki koulutuksen suorittaneet opettajat saivat todistuksen osallistumisestaan.

2.3 Opettajien koulutuksen tulokset

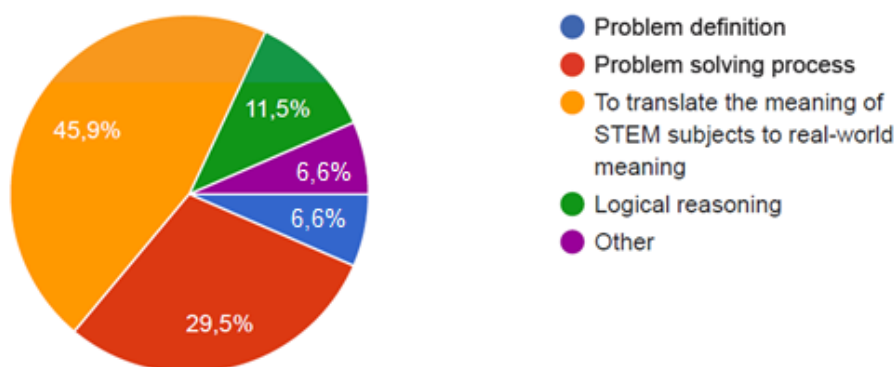
Euroopan komission mukaan Euroopalla saattaa olla pulaa 900 000:sta erikoistuneesta ICT-tekniikasta lähitulevaisuudessa. Tutkimuksen mukaan, jos digitaalisilla työmarkkinoilla olisi yhtä suuri määrä miehiä ja naisia, EU: n vuotuinen bruttokansatuote voisi kasvaa 9:llä miljardilla eurolla.

OECD: n kansainvälinen opiskelija-arviointiohjelma (Programme for International Students Assessment; PISA) paljastaa, että poikia, jotka pystyvät kuvittelemaan itsensä tulevina ICT-ammattilaisina, tutkijoina tai insinööreinä, on paljon enemmän kuin tyttöjä.

Esimerkiksi, vaikka tutkimus osoittaa, että italialaiset nuoret sijoittuvat Euroopassa kolmen parhaan joukkoon kiinnostuksessa luonnontieteisiin ja tietotekniikkaan, niin erittäin vähäpätöinen osuus tästä kiinnostuksesta tuntuu ulottuvan matematiikkaan (41,7%, verrattuna Euroopan keskiarvoon 37,6%) ja tietotekniikkaan (49,2%, verrattuna Euroopan keskiarvoon 42,2%) suhteen.

Vaikka nuorilla on vahva usko siihen, että heidän sukupolvensa on ensimmäinen, jossa miehillä ja naisilla on konkreettisesti yhtäläiset työmahdollisuudet kaikilla sosiaalisilla aloilla, tytöt ovat vakuuttuneita siitä, että tämä ei koske STEM-aloja. Sosiaalisten odotusten noudattaminen, sukupuolistereotyytiat, sukupuoliroolit ja oman viiteryhmän mallien puuttuminen ovat myös tekijöitä, jotka ohjaavat tyttöjen ammatillisia valintoja pois STEM-aloilta.

Tulokset osoittavat lisäksi, että suurimmat vaikeudet, joita nuorilla on STEM-oppiaineiden kanssa (kuva 7), liittyvät pääasiassa siihen, miten näiden oppiaineiden merkitys voidaan kääntää todelliseen kontekstiin (45,9%) ja ongelmanratkaisuprosessiin (29,5%). Lisäksi syitä kysyttäessä jotkut opettajat vastasivat "muut" johtuen koettujen vaikeuksien takana olevista monista syistä, jotka ovat pääasiassa pelkistettävissä seuraaviin: ongelman määrittely, ongelmanratkaisuprosessi ja STEM-oppiaineiden merkityksen kääntäminen todellisen elämän merkitykseksi.



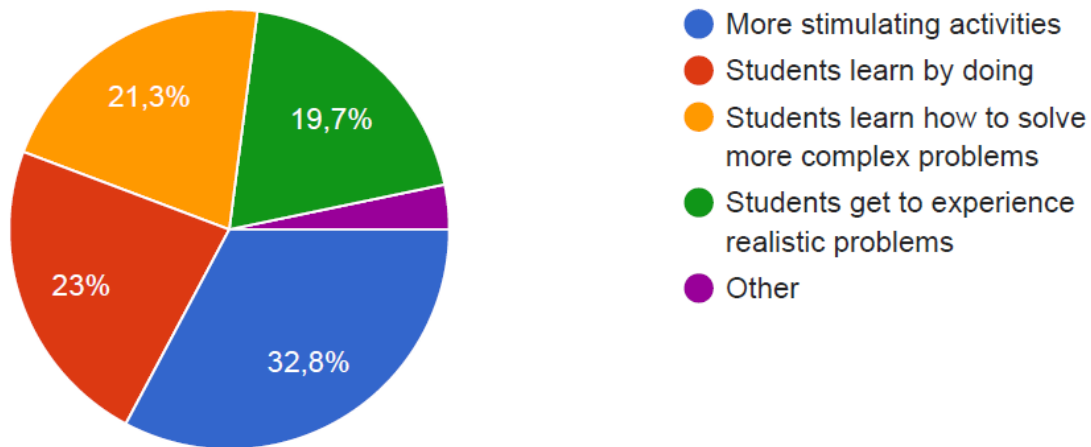
Kuva 7 - Nuorten yleisesti kokemat vaikeudet koskien STEM-oppiaineita.

Paljastuneet vaikeudet liittyvät kyvyttömyyteen nähdä STEM-oppiaineiden ja todellisuuden välistä suhdetta. Tämä tarkoittaa, että nuoret eivät näe STEM-oppiaineiden todellista sovellettavuutta, mikä vaikuttaa negatiivisesti käsitykseen niistä.

Tässä yhteydessä opettajat tunnustavat, että tärkein tärkeä kysymys STEM-opetus- ja oppimisprosessien parantamisessa on keskittynyt kahteen avainkohtaan. Ensinnäkin opiskelijoiden motivaatiota STEM-oppiaineiden opiskeluun tulisi lisätä (47,5%), ja toisaalta opetusmenetelmiä olisi muutettava ja parannettava (36,1%) innovatiivisen oppimisympäristön luomiseksi. 9,8% opettajista katsoo kuitenkin, että opettajien koulutusta olisi tehostettava.

Opettajien asenne STEM-oppiaineiden opetuksen "taide"-elementtiin on melko vaihteleva. Odotetut hyödyt taideosten avulla oppimisesta (kuva 8) löytyvät taiteen kyvystä: stimuloida toimintaa lisäämällä oppilaan uteliaisuutta (32,8%); tukea oppilaita tekemällä oppimisessa (23%); auttaa heitä ratkaisemaan monimutkaisempia ongelmia (21,3%); ja tarjota heille enemmän

kokemusta realistisista ongelmista (19,7%). Siitä huolimatta 1,6% opettajista näkee taiteen asiana, joka laiminlyö STEM-aineiden perusluonnetta.



Kuva 8 - Taideteosten avulla oppimisen odotetut hyödyt.

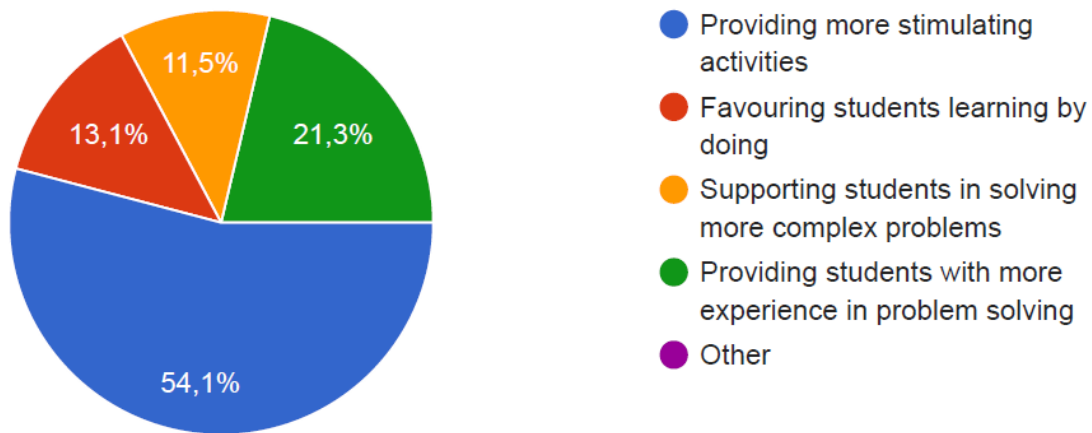
Sitä vastoin, käsitykset odotetuista hyödyistä oppimisprosessissa pelikonseptin suunnittelun avulla ovat ilmeisempiä ja tunnistettavampia; pääosin niiden nähdään olevan oppilaiden ongelmanratkaisustrategioiden parantamisessa (45,9%) ja heidän lisääntyneessä mielenkiinnossaan ja motivaatiossaan (41%). Tämä menetelmä voi kuitenkin myös auttaa oppilaita oppimaan laajemmin kappaleista, tapahtumista, ilmiöistä ja oikeiden toimintastrategioiden tunnistamisesta tukemalla heitä suunnitteluun pohjautuvassa tutkimuksessa, prototyyppien luomisessa ja loogisessa päättelyssä.

Siksi opettajat näkivät ennen G.A.STEM-kurssille osallistumistaan, että oppilaiden kannalta projektin menetelmien ja työkalujen soveltamisen kautta oppimisen mahdolliset hyödyt olisivat ennen kaikkea opiskelijoiden lisääntyvässä uteliaisuudessa STEM-aiheita kohtaan (39,3%); erilaisten oppimisstrategioiden käytön edellyttämisessä (27,9%); paremman asiayhteyden tarjoamisessa tutkittaviin, todellisiin ongelmiin (23%) ja osallistumisessa tiedon esittämiseen eri tavoin (8,2%).

Saatujen tulosten perusteella G.A.STEM-kurssin päätyttyä kaikki pilotointivaiheeseen osallistuvat opettajat (joista 24,6% valitsi ”samaa mieltä” ja 75,4% ”täysin samaa mieltä”) olivat aiempaa vakuuttuneempia siitä, että hankkeessa kehitetyt työkalut ovat tehokkaita tukemaan oppilaiden oppimistavoitteiden saavuttamista STEM-koulutuksessa, jonka nähtiin edustavan oppilaille tulevaisuutta.

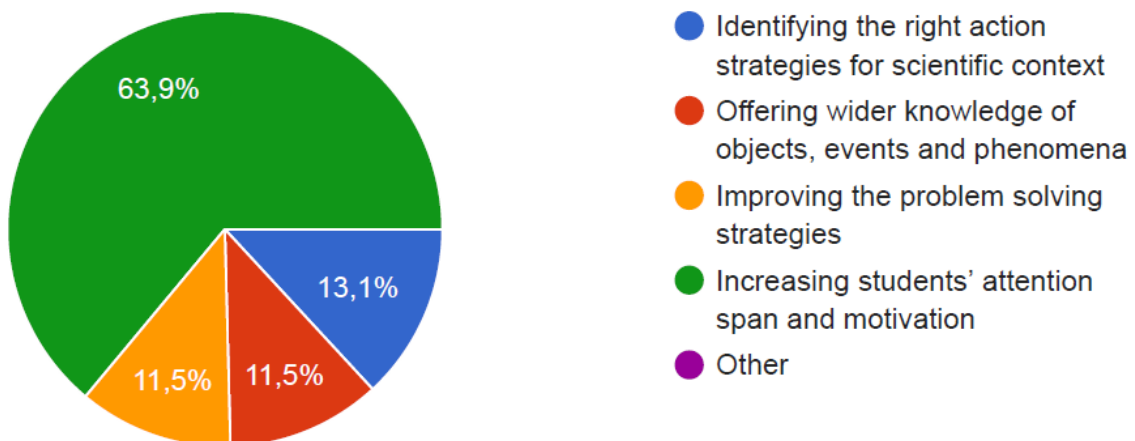
Vakuuttumista työkalujen tehokkuudesta vahvistaa myös se, että opettajien asenne taiteeseen on muuttunut. Kuten kuviosta 9 näkee, he korostivat, kuinka taideteosten käyttö voi tukea oppilaiden oppimista muissa oppiaineissa koko opetussuunnitelman tasolla tarjoamalla heille enemmän stimuloivia toimintoja (54,1%) ja kokemusta ongelmanratkaisuprosessista (21,3%) tukemalla monimutkaisempien ongelmien ratkaisemista (11,5%). Lisäksi jotkut vastaajista (13,1%)

tunnistivat taideteosten käytön koko opetussuunnitelman tasolla välineeksi, jolla edistetään tekemällä oppimista ja helpotetaan edelleen oppimisprosessia.



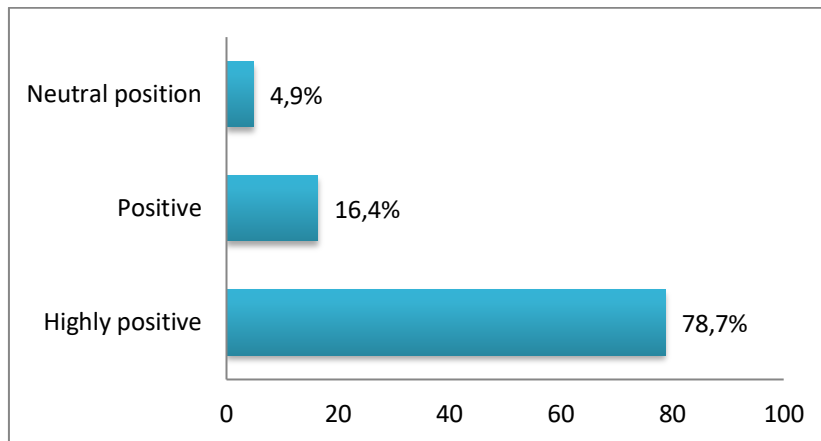
Kuva 8 - Tavat, joilla taideteosten käyttö tukee oppimista muissa oppiaineissa koko opetussuunnitelman tasolla.

Opettajien pelikonseptien suunnitteluun suhtautumisen suhteen tulokset osoittavat puolestaan olennaista vahvistusta siitä, että niiden käyttö oppilaiden oppimisen tukemiseksi STEM-koulutuksessa voi olla tuottoisaa. Itse asiassa pelikonseptin suunnittelun käyttö STEM-oppiaineissa voi ensinnäkin lisätä oppilaiden tarkkaavaisuutta ja motivaatiota (63,9%); tukea heitä tunnistamaan oikeita toimintastrategioita tieteellisessä kontekstissa (13,1%) ja samalla tarjota laajempaa tietoa esineistä, tapahtumista ja ilmiöistä sekä parantaa ongelmanratkaisustrategioita (kuva 10).



Kuva 10 - Tavat, joilla pelikonseptin suunnittelun käyttö tukee oppilaiden oppimista STEM-koulutuksessa.

Lopulta, koulutuksen jälkeen, opettajia pyydettiin määrittelemään G.A.STEM-menetelmää oppilaiden näkökulmasta. Tulokset osoittavat (kuvio 11) erittäin positiivisia palautteita (95,1%) verrattuna vain 4,9%:in vastaajista, joiden arviot pysyivät neutraaleina.



Kuva 9 - Oppilaiden mahdollinen käsitys G.A.STEM-menetelmästä.

Tämän tuloksen vahvistaa arviointi oppilaiden mahdollisesta hauskuuden kokemuksesta G.A.STEM-menetelmän toteuttamisessa. Tässä tapauksessa opettajien palaute oli positiivisempaa: 98,4% verrattuna neutraalin kannan pitäviin (1,6%).

Opettajien arvio G.A.STEM -menetelmän ja -välineiden käytettävyydestä on puolestaan erittäin positiivinen, koska ne tarjoavat opetukseen erilaisia lähestymistapoja, jotka ovat 21.vuosisadan avaintaitojen kehittämisen mukaisia. Lisäksi G.A.STEM -menetelmän hyödyntäminen voi tukea koko luokkaa ja toimia hyvänä haasteena sekä opettajille että oppilaille.

Jotta menetelmä olisi tehokas, se edellyttää kuitenkin oikeaa valmistelua, ja esimerkkejä taiteen ja pelikonseptien suunnittelusta olisi parempi laajentaa yhdistämällä mukaan laajempi valikoima oppiaineita, mukaan lukien luonnontieteet tai kemia.

Taulukko 1 - G.A. STEM menetelmän ja työkalujen käytettävyys

Miten arvioit G.A.STEM menetelmän ja työkalujen käytettävyttä?
G.A.STEM menetelmän ja työkalujen käytettävyys on hyvä, mutta olisin ollut tyytyväisempi, jos olisin löytänyt enemmän teemoja koskien luonnontiedettä, opettamaani oppiainetta.
Erittäin hyvä
Se on loistava, kiitos
Erinomainen, kun työskentely on asianmukaisesti valmisteltu
Erittäin tärkeää ja hauskaa
Erittäin hyödyllistä
G.A.STEM menetelmää on helppo käyttää oppilaiden kanssa.
Se sisältää monia työkaluja ja toteutukseen tutustumiseen tarvitaan aikaa. Se on hyvä tapa etäopiskeluun oppilaiden kanssa.

3. STEM-TAITOJEN KEHITTÄMINEN: OPPILAIEN PROJEKTITYÖSKENTELEY

Pilotoinnin toisessa vaiheessa kohderyhmänä olivat 11-16-vuotiaat oppilaat. Etusija annettiin G.A.STEM-kurssin käyneiden opettajien oppilaille. Lisäksi osallistumisen mahdollistumiseksi osallistujien piti täyttää seuraavat vaatimukset:

- Vaikeuksia oppimisprosesseissa;
- Heikot perustaidot tai taustaa epäonnistumisesta koulussa;
- Koulun keskeyttämisen tai sosiaalisen syrjäytymisen riski.

Pandemian rajoitteiden vuoksi oppilaiden valinta tehtiin suoraan osallistuvien opettajien toimesta.

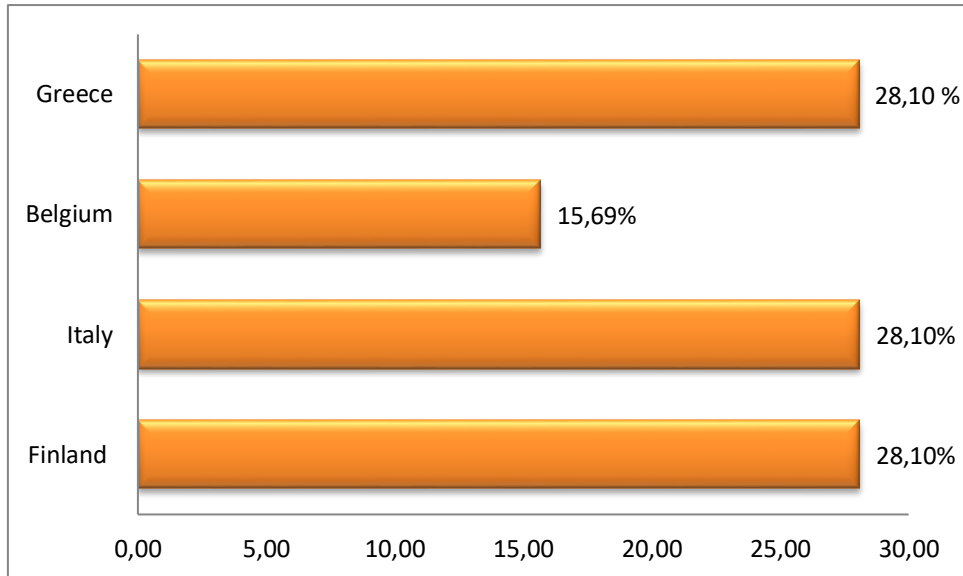
COVID-19-tilanne vaikutti väistämättä myös projektityön toteuttamiseen oppilaiden kanssa. Tässä tilanteessa aktiviteetit toteutettiin sekä kasvokkain että verkossa, ja aikataulua jatkettiin tammikuuhun 2021 marraskuun 2020 sijasta, jotta sekä opettajille että oppilaille saataisiin tarjottua runsaasti joustavuutta toimintojen toteuttamisessa.



Kaikki koulutetut opettajat eivät kuitenkaan voineet toteuttaa tehtäviä oppilaidensa kanssa osittaisen/täydellisen lock-downin vuoksi. Jotkut heistä kokivat vaikeuksia hallita oppilaiden projektityön toteutusta online-tilassa. Kumppanimaat, jotka pystyivät toteuttamaan kokeilun oppilaiden kanssa, olivat Suomi, Belgia ja Italia. Lisäksi kreikkalaiset oppilaat osallistuivat aktiivisesti kokemukseen kehittämällä projektityöskentelyä.

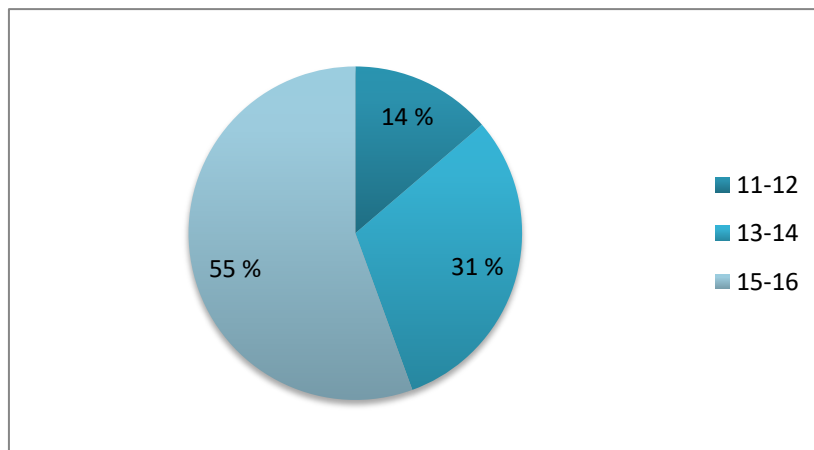
3.1 Oppilaiden profiilin kuvaus

Kaiken kaikkiaan mukana oli 153 oppilasta (joista 62,7% oli miespuolisia, 33,3% naispuolisia ja 4% määrittelemättömiä) Suomesta, Belgiasta, Italiasta ja Kreikasta (kuva 12).



Kuva 10 - Pilottivaiheeseen oppilaiden kanssa osallistuneet maat.

Oppilaiden ikä vaihteli 11-vuotiaista 16-vuotiaisiin; kohderyhmän oppilaista 14% oli 11-12-vuotiaita, 31% 13-14-vuotiaita ja 55% 15-16-vuotiaita.



Kuva 11 - Oppilaiden ikä.

Ensimmäisen yleiskuvan saamiseksi oppilaiden profiilista, pilotointia edeltävässä kyselylomakkeessa pyrittiin kuvaamaan kolmea erilaista asennetta ennen projektityön toteuttamisen aloittamista: ensimmäinen oli mitata mukavuustasoa sekä matematiikan että tiedeaineiden suhteen; toinen koski matematiikan/tiedeaineiden ja taideaineiden suhdetta ja kolmas pelikonseptin suunnittelua.

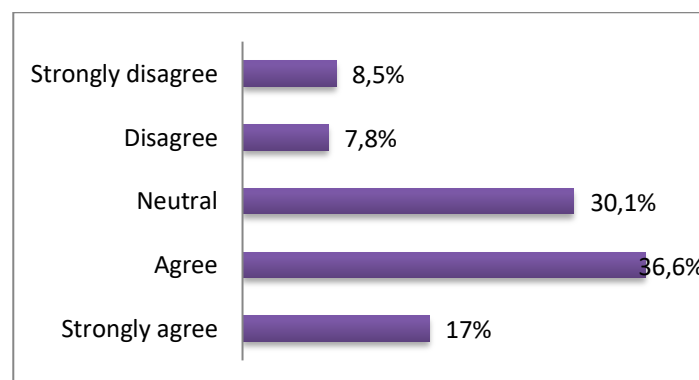
Alustava asenne matematiikkaa ja tiedeaineita kohtaan oli melko myönteinen oppilailla, jotka ovat olleet tekemisissä luonnontieteellisten tieteenalojen kanssa. Suurin osa ei pitänyt tiedeaineita tylsinä, vaikka osa heistä (36%) oli asian suhteen neutraalilla ja negatiivisella kannalla (positiivisella asenteella oli 64,1%). Myönteisesti suhtautuvat hyödynsivät tieteellisiä aineita muuallakin kuin vain koulussa tai kotitehtävissä.

Se, että tieteellisiä aineita hyödynnetään koulun ulkopuolella, ei muuta oppilaiden asennetta matematiikkaan tai luonnontieteisiin. Itse asiassa molempia aineita pidetään liian abstrakteina ja niiden koetaan olevan liian kaukana todellisuudesta. Itseasiassa 21,5% oppilaista oli ”vahvasti samaa mieltä” ja ”samaa mieltä” siitä, että matematiikka on liian abstraktia ja 24,2% piti luonnontieteitä liian abstrakteina, vaikka molemmat tieteenalat arvioitiin tärkeiksi ja merkityksellisiksi koulu-uran jälkeen. Lisäksi korkea prosenttiosuus oppilaista pysyi neutraalilla kannalla - 35,9% matematiikan ja 28,1% luonnontieteiden suhteen. Tämä johtuu siitä, että matematiikan ja todellisuuden väliset yhteydet eivät näytä niin ilmeisiltä oppimisprosessin aikana, ja opettajat tarjoavat usein oppilaille liian teoreettista lähestymistapaa, mikä saa aikaan käsityksen matematiikasta abstraktina ja kaukana jokapäiväisestä elämästä olevana tieteenalana.

Siitä huolimatta 66% osallistuneista oppilaista halusi oppia matematiikkaa ja luonnontieteitä, kun 18,3% vastaajista pysyi neutraalilla kannalla ja 15,6% suhtautui kielteisesti näihin aineisiin.

Tiedot osoittivat, että suurin osa oppilaista (42,5%) ei ollut koskaan ajatellut, että matematiikkaan ja luonnontieteisiin voisi sisällyttää epätavallisen ”taiteiden” näkökulman. Lisäksi melko suuri osuus opiskelijoista (28,1%) oli asian suhteen neutraalilla kannalla korostaen matematiikan/luonnontieteiden ja taiteiden välisen suhteen näkemisen ja ymmärtämisen vaikeutta. Tätä vahvistaa myös suuri osuus (30,1%) oppilaista, jotka olivat neutraalilla kannalla taiteen käyttämisen suhteen matematiikan ja luonnontieteiden opiskelussa kiinnostuksen lisäämiseksi näitä aineita kohtaan.

Kuitenkin 53,6% oppilaista ajatteli, että taiteen käyttö voi lisätä kiinnostusta näiden aineiden opiskeluun, kuten seuraavassa kuvassa esitetään.

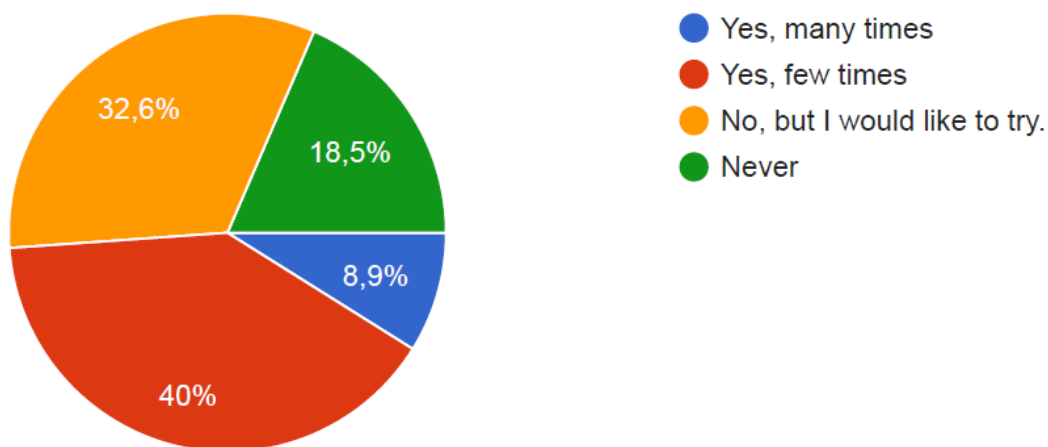


Kuva 12 - Alustava asenne taiteen käyttöön keinona lisätä oppilaiden kiinnostusta sekä matematiikkaan että taiteeseen.

Hauskuuden kokemisella on positiivinen vaikutus motivaatiotasoon, mikä puolestaan määrittää, mitä opimme ja kuinka paljon opitusta säilytämme. Oppiminen ei ole kertaluonteinen tapahtuma. Se vaatii toistoa ja omistautumista. Jos kokemus on hauska, oppilaat pysyvät uteliaina ja palaavat takaisin lisähauskuuden toivossa, ja saavat lisää merkityksellisiä mahdollisuuksia oppimisensa soveltamiseen. Kun opettajat käyttävät aktiviteetteja, jotka tekevät oppimisesta kiinnostavaa ja hauskaa, oppilaat ovat halukkaampia osallistumaan ja tarttumaan haasteisiin. Hauskanpito oppimisen aikana auttaa oppilaita myös säilyttämään tietoa paremmin, koska prosessi on nautinnollinen ja mieleenpainuva.

Myös oppilaat itse (82,4%) olivat tunnistaneeet hauskuuden kokemuksen potentiaalisena oppimisprosessin motivoijana.

Toinen analysoitu näkökulma oli oppilaiden alustava asennoituminen pelikonseptin kehittämiseen. Suurin osa heistä (68,6% vs. 31,4%) ilmoitti tietävänsä, mikä on pelikonsepti, ja joukosta kerätyt tulokset osoittivat, että 48,9% oli jo kehittänyt ja suunnitellut pelikonseptin, kun taas 18,5% ei ollut koskaan yrittänyt ja 32,6 % olisi halunnut yrittää (Kuva 15).



Kuva 15 - Pelikonseptin suunnittelun/kehittämisen kokemuksen esiintymistiheys osallistuvien oppilaiden keskuudessa

3.2 Oppilaiden toiminnan toteuttaminen

Oppilaiden projektityö toteutettiin kahdessa vaiheessa: ensimmäisen vaiheen tarkoituksena oli määrittellä taideteosten ja tieteellisten opetusteemojen yhdistelmä ja toisessa suunnitella ja kehittää pelikonsepti löydetyn yhdistelmän pohjalta. Toimintojen päätteeksi oppilaiden odotettiin kuvaavan projektityönsä hanketiimin pelikonseptin kehittämisen tueksi laatimaa mallia apuna käyttäen (LIITE 6 - Mini-game Concept Design Template).

Opettajille ehdotettiin kahta vaihtoehtoista tapaa pilottivaiheen järjestämisestä oppilaiden kanssa, jotta heille saataisiin tarjottua mahdollisimman paljon joustavuutta ja pääosin siksi, että toimintaa saataisiin mukautettua pandemian asettamiin rajoituksiin.

Ensimmäinen ehdotus oli, että opettajat voisivat käyttää jo valittuja ja Arts and Mini-Games -kurssin koulutusvaiheen aikana opiskeltuja oppimateriaaleja. Tässä tapauksessa oppilaiden odotettiin muokkaavan ja muuntavan G.A.STEM-hanketiimin jo valmistelemissä esimerkkejä pelikonseptin suunnittelusta. Toinen ehdotus oli, että opettajat voivat käyttää jo valittuja taideteoksia vain esimerkkeinä, jotka näytetään oppilaille. Tämän jälkeen oppilaat voisivat valita omat teoksensa ja tunnistaa taideteosten ja tieteellisten opetusteemojen väliset yhteydet ja yrittää suunnitella peliä ja sen elementtejä tältä pohjalta.

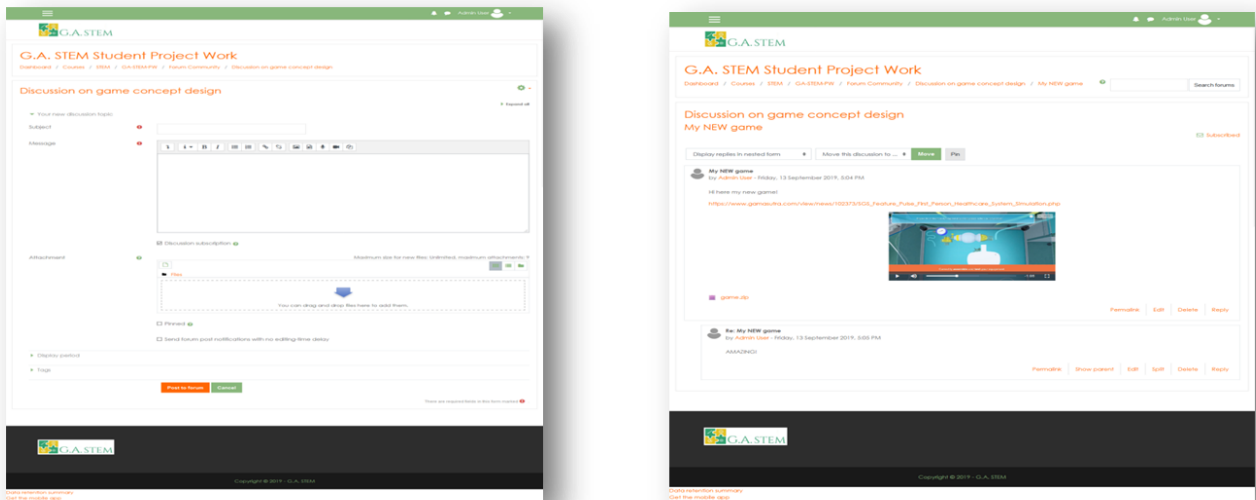
Molemmissa tapauksissa opettajilla oli käytössään kaikki hanketiimin laatimat pelikonseptien suunnitteluesimerkit verkkosivun <https://sites.google.com/view/gastem-mini-game> kautta (Kuva 16).



Kuva 16 - Googlen luotu verkkosivu, jossa on saatavilla kaikki suunnitellut minipelikonseptien esimerkit.

Oppilailla oli mahdollisuus työskennellä joko ryhmässä ikätoveriensä kanssa, tai itsenäisesti. Suurin osa heistä (64,1%) halusi kuitenkin toteuttaa projektityön pienryhmissä, kun taas 35,9% osallistujista halusi työskennellä itsenäisesti. Viimeksi mainittu lisäsi motivaatiota toimintojen loppuun saattamiseen, koska se tarjosi heille mahdollisuuden jakaa ja esittää luovia ideoita pelikonseptin kehittämisestä ja samalla helpottaa tehtäviä.

Kun kaikki projektityöt olivat valmiita, osa opettajista latsi ne G.A.STEM -alustalle osioon ”Oppilaiden projektityöt” (Kuva 17).



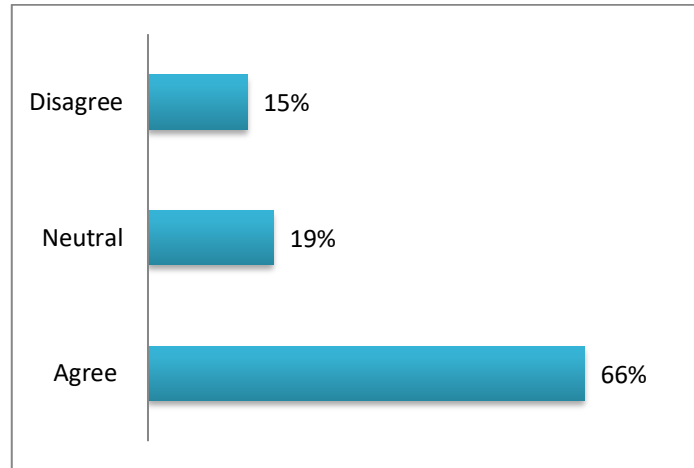
Kuva 13 - G.A.STEM -alusta - oppilaiden projektityöt -osa

Lisäksi kaikki projektityönsä lähettäneet oppilaat saivat todistuksen osallistumisestaan.

3.3 Oppilaiden tulokset

Projektityön toteuttamisen jälkeen mukana olevia oppilaita pyydettiin laatimaan jatkokysely, jotta saataisiin kerättyä tietoa mahdollisista asenteiden muutoksista luonnontieteellisten tieteenalojen ja taideaineiden yhdistämisestä ja arvioitua heidän kokemuksiin pelikonseptin suunnittelusta.

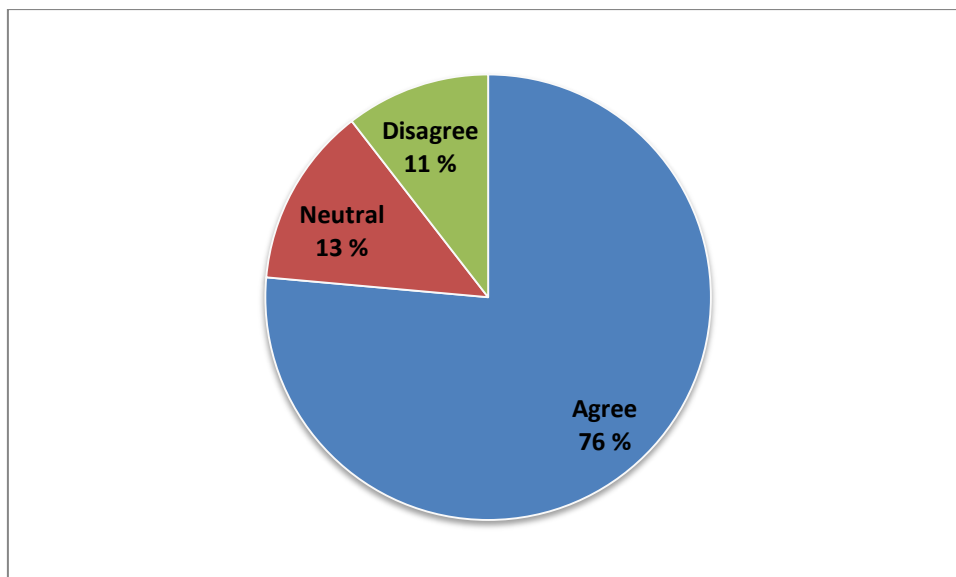
Taiteen käyttö matematiikan ja luonnontieteiden tutkimuksessa auttoi oppilaita havaitsemaan ja ymmärtämään paremmin oppimisen aiheena olevien käsitteiden todellista sovellettavuutta seuraavan kuvan mukaisesti.



Kuva 18 - Matematiikan ja tieteellisten käsitteiden todellisen soveltamisen ymmärtäminen paremmin taidetta hyödyntäen.

Verrattaessa tuloksia ennen ja jälkeen oppilaiden projektityön järjestämistä, kerätty data paljasti huomattavan parannuksen (+43,15%) matematiikan ja luonnontieteiden käsitteiden todellisen soveltamisen ymmärtämisessä, kun oppiminen tapahtui taidetta hyödyntäen. Itse asiassa myös neutraalit kannat laskivat dramaattisesti (-13%) taideteoksilla selitettyjen tieteellisten käsitteiden paremman ymmärtämisen puolesta. Tämän vahvistivat 64% oppilaista, jotka totesivat, että opittu sisältö tuntuu konkreettisemmalta ja käytännöllisemmältä kuin aikaisemmin.

Kaikki oppilaat tunnustivat omaperäisyyden ja luovuuden osoittamisen arvon peli-idean ja -konseptin kehittämisessä (kuva 19).

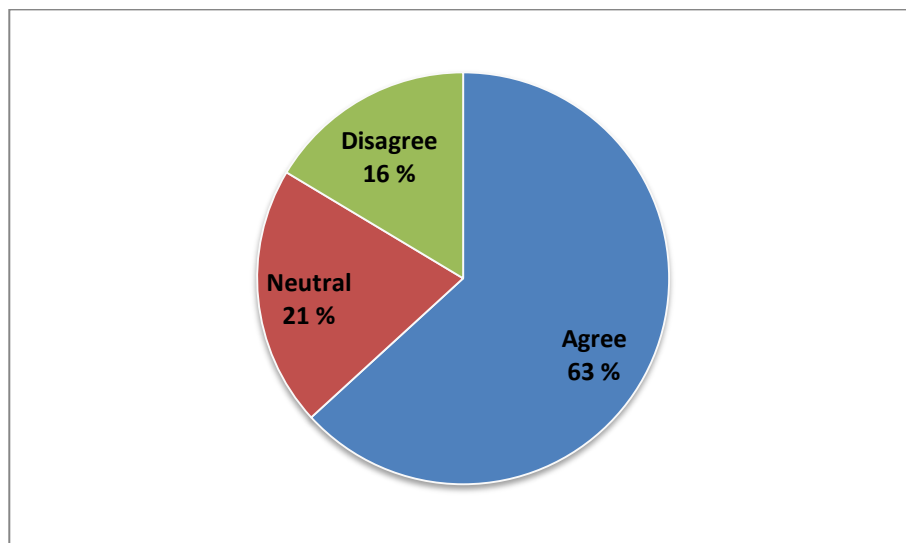


Kuva 19 - Kyselyyn viittaavat tulokset: "Voin käyttää luovuuttani ja olla omaperäinen pelikonseptin ja -idean kehittämisessä".

Kuitenkin jotkut oppilaista, erityisesti 11%, kokivat vaikeuksia pelikonseptinsa kehittämisessä, kun taas 13% pysyi edelleen neutraalilla kannalla. Tästä huolimatta oppilaat tunsivat olonsa

mukavaksi käyttämällä G.A.STEM -menetelmää ja -välineitä (77,4% vs. 15,7%). Tässä vaiheessa ilmenneet vaikeudet johtuivat pääasiassa projektityön loppuun saattamisen ja pandemian rajoitusten yhdistelmästä, etenkin kun oppilaat joutuivat saattamaan työnsä loppuun online-tilassa, kun heidän koulunsa suljettiin lock-downin tai osittaisen lock-downin vuoksi.

Seuraava kuva osoittaa, että oppilaat osoittivat lisääntyneitä motivaatiota ja kiinnostusta matematiikan ja luonnontieteiden opetukseen (63%) hyödyntämällä taideteoksia oppimisvälineinä. Verrattaessa tätä dataa alustavaan dataan (vrt. Kuva 14), tulokset osoittavat tässä tutkimuksessa 12,6% kasvun sekä kiinnostuksen että motivaation suhteen ja 9,7 prosentin laskun liittyen neutraaliin näkökantaan.



Kuva 20 - Lisääntynyt kiinnostus matematiikan ja luonnontieteiden oppimiseen "taideteosten" avulla.

Myös oppilaiden osallistumisen perusteella peli-idean kehittämiseen, kerätty data osoittaa opiskelijoiden kiinnostuksen kasvun matematiikkaa ja luonnontieteitä kohtaan (65,4%), mikä tarkoittaa 14,8% kasvua suhteessa alkuperäiseen dataan, sekä vastaavasti neutraalin kannan laskua (-10,5%). Siksi molemmat työkalut (taideteokset ja peli-idean kehittäminen) vaikuttavat positiivisesti oppimisprosessiin, lähinnä oppilaiden kiinnostukseen ja motivaatioon matematiikan ja luonnontieteiden oppimisessa. Tarkemmin sanottuna pelikonseptin suunnittelun käyttö vaikuttaa myönteisemmin (+2,2%). Yhtäältä taustalla olevista syistä on se, että tieteellisten oppisisältöjen ja taideteosten yhdistäminen ei usein ole niin ilmeistä ja välitöntä. Lisäksi kysely paljastaa, että pelikonseptin luominen opeteltavia matematiikan ja luonnontieteiden käsitteitä hyödyntäen oli helpompaa kuin niihin liittyvien taideteosten löytäminen.

Toisaalta pelikonseptin luominen koettiin mielenkiintoisempänä ja hauskempana (81,7% verrattuna 7,9% negatiivisen ja 10,5% neutraalin kannan ottaneisiin). Tämän vahvasti ilmaistu halu tietää enemmän pelikonseptin suunnittelusta (69,9%).

4. Oppilaiden projektityöskentelyn hyvät käytänteet

4.1 Maa: Belgia

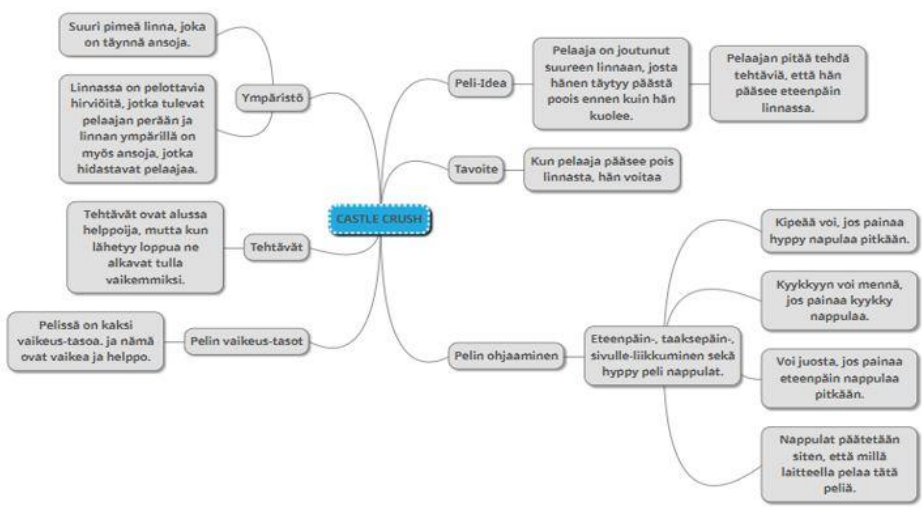
Koulu	Sint-Lievenscollege
Maa	Belgia
Valitun harjoituksen kuvaus	<p>Peliä on pelattava ryhmissä. Peliympäristönä on pala belgialaista arkkitehtuuria, Atomium Brysselissä. Pelaajien on harjoitettava muunnoksia, joista he ansaitsevat pisteitä. Näiden pisteiden avulla he voivat avata laatikoita ja muita esineitä. Pelaajat voivat antaa pisteensä ja esineensä toisilleen, jotta ryhmästä, eikä vain älykkäimmistä yksilöstä, tulee vahvempi. Kun pelaajat pitävät itseään tarpeeksi vahvoina, he voivat yrittää voittaa hirviön, joka miehittää Atomiumia.</p> <p>Ajatuksena on soveltaa muunnoksia tasossa tähän arkkitehtuuriin. Tasomuunnosten ongelmat on kiinteässä geometriassa ratkaistava erikoisella tavalla verrattuna siihen, mitä näemme tasogeometriassa. Erilaiset näkemämme muunnokset ovat heijastus, kierto, kääntäminen, heijastus pisteessä ja symmetria. Kun nämä hallitaan, on mahdollisuus siirtyä kovemille tasoille. Kyseessä on pohjimmiltaan moninpeli, ajattelu- ja toimintapeli.</p>
Valitun taideteoksen kuvaus	<p>Atomium Bryssel Belgia Arkkitehti: André Waterkeyn and Jean Polak</p> <p>Rakennettu vuoden 1958 maailmannäyttelyyn (Expo 58) Brysseliin. Se esittää yhtä rautamolekyyliä, joka oli tärkeä elementti tuolloin. Sillä oli suuri rooli optimistisessä näkemyksessä 50-luvun Belgiassa. Se koostuu yhdeksästä pallosta, joista jokaisen halkaisija on 18 metriä. Se on raudan tilakeskinen kuutiollinen kiderakenne, vain 165 miljardia kertaa suurempi.</p>
Oppilaiden projektityö	<p>https://3dwarehouse.sketchup.com/model/68a2be51efafd7a5b3132afb1c62c517/Atomium?hl=nl</p> <p>Tästä linkistä löytyy Atomiumin 3D-malli. Jokaisen pallon tulisi saada kirjain, jotta kaikki muunnokset voidaan tehdä. Malli voidaan myös laajentaa vaikeammalle tasolle. (4 mallia voidaan yhdistää) Eri muunnokset ovat heijastus, käänös ja heijastus pisteestä.</p>
Projektityön toteuttaminen	<p>Matematiikan ja taiteen yhdistäminen oli vaikeaa. Ensin emme tiedettiin miten aloittaa. Saatuaan opettajalta muutaman esimerkin, oppilaat tiesivät, mitä tehdä. He työskentelivät neljän hengen ryhmissä. He aloittivat aivoriihellä: mistä matematiikan aiheista he pitävät, mihin taiteeseen ne voisi yhdistää. He käyttivät kaikkein ensimmäistä ideansa pelin tekemiseen. Pelin teko oli hauskaa, he oppivat paljon ja ennen kaikkea kokivat, että matematiikkaa voi löytyä monesta ympäristöstä.</p>
Vahvuudet:	<ul style="list-style-type: none">- Oli hienoa yhdistää matematiikkaa ja taidetta.- Oli mahtavaa huomata, että matematiikka on paljon enemmän kuin teoria, jonka oppilaat saavat oppitunnilla. Nyt he näkivät kaiken sovellettuna taiteeseen. Hieno löytö.

	- Lautapelejä on helppo tehdä oppitunnilla, se onnistuu myös yksinkertaista Scratch-ohjelmaa käyttäen.
Heikkoudet:	Loppujen lopuksi oppilaat eivät pystyneet tekemään peliä itse. Heillä oli liian vähän aikaa ja ehkä heillä ei ollut tarpeeksi tietoa siitä, miten päästä alkuun. Todelliseen pelin tekemiseen he tarvitsisivat parempia tietokoneita, erityisiä ohjelmistoja ja lisää ohjeistusta online-pelin tekemiseen erikoistuneelta henkilöltä.

Koulu	Sint-Lievenscollege
Maa	Belgia
Valitun harjoituksen kuvaus	Lippua kantava mies on murhattu!!!! Sinun on selvitettävä, kuka murhaaja on, suorittamalla tehtäviä maalauksesta (Madonna tapasi kanunnik Joris van der Paele:n) ja matematiikasta (kehitys, pinnat, ...). Tämä peli on interaktiivisempi ja ohjatumpi. Löydät murhaajan suorittamalla annetut tehtävät peräkkäisessä järjestyksessä. Kun vastaat oikein, ansaitset 10 pistettä, jos väärin, joudut vastaamaan uudestaan, kunnes vastaat oikein, mutta et ansaitse pisteitä. Jatkamalla löydät ensin murhassa käytetyn aseeseen, sitten selvität mistä jäännökset löydettiin ja niin edelleen. Itseasiassa etenet pelissä kuin todellisessa murhatutkinnassa. Peli on hieman Cluedon tai Subway Runner:in tyyppinen, mutta siinä on matematiikkaa. Syyllisen löytämisen jälkeen sinun on jahdattava häntä ylittämällä esteet. Juoksun aikana ohitat tarkistuspisteet, joissa sinun on harjoiteltava. Nämä harjoitukset voivat antaa sinulle bonusvoimaa tai nopeutta, kun niihin vastataan oikein. Jos kuitenkin vastaat väärin, matka hidastuu. Voit myös kerätä kolikoita juoksun aikana. Näillä kolikoilla voit päivittää hahmosi voimakkaammaksi. Jatkat juoksemista ja ongelmien ratkaisemista, kunnes syyllinen on kiinni.
Valitun taideteoksen kuvaus	Madonna tapasi kanunnik Joris van der Paele:n. Jan van Eyck:in maalaus, joka Ghent in alttaritaulua lukuun ottamatta, on hänen suurin tähän päivään asti säilyneistä öljymaalauksistaan. Tämä maalaus on luultavasti yksi ensimmäisistä maalauksista, joka on esimerkki Sacra Conversazionesta: maalauksesta, jossa pyhimykset ja jopa tavalliset ihmiset maalataan realistisesti kuin heillä olisi käynnissä normaali keskustelu. Maalauksen koko on 141 cm x 176,5 cm. Joris van der Paele tilasi tämän maalauksen vuonna 1434, mutta se valmistui vasta vuonna 1436. Tämä teos olisi voinut olla alttaritaulu tai epitafi eli muistotaulu.
Oppilaiden projektityö	https://docs.google.com/presentation/d/1yMd_6bhFWZgQhpamd8qT_uKt_4meVMDu0/edit#slide=id.p2
Projektityön toteuttaminen	Matematiikan ja taiteen yhdistäminen oli vaikeaa. Ensin emme tienneet miten aloittaa. Saatuaan opettajalta muutaman esimerkin, oppilaat tiesivät, mitä tehdä. He työskentelivät neljän hengen ryhmissä. He aloittivat aivoriihellä: mistä matematiikan aiheista he pitävät, mihin taiteeseen ne voisi yhdistää. He käyttivät kaikkein ensimmäistä ideaansa pelin tekemiseen. Pelin teko oli hauskaa, he oppivat paljon ja ennen kaikkea kokivat, että matematiikkaa voi löytyä monesta ympäristöstä.
Vahvuudet:	<ul style="list-style-type: none"> - Oli hienoa yhdistää matematiikkaa ja taidetta. - Oli mahtavaa huomata, että matematiikka on paljon enemmän kuin teoria, jonka oppilaat saavat oppitunnilla. Nyt he näkivät kaiken sovellettuna taiteeseen. Hieno löytö. - Lautapelejä on helppo tehdä oppitunnilla, se onnistuu myös yksinkertaista Scratch-ohjelmaa käyttäen.
Heikkoudet:	Loppujen lopuksi oppilaat eivät pystyneet tekemään peliä itse. Heillä oli liian vähän aikaa ja ehkä heillä ei ollut tarpeeksi tietoa siitä, miten päästä alkuun. Todelliseen pelin tekemiseen he tarvitsisivat parempia tietokoneita, erityisiä ohjelmistoja ja lisää ohjeistusta online-pelin tekemiseen erikoistuneelta henkilöltä.

5.2 Maa: Suomi

Koulu	Rieskalahteen Koulu
Maa	Suomi
Valitun harjoituksen kuvaus	Big game: The Game on eloonjäämisevoluutiopeli. Oppilaat suunnittelivat pelin, jonka eläimet muuttavat muotoaan toisiksi eläimiksi syömällä toisia eläimiä. Tehtävät ja tapahtumat yhdistelevät kuvataidetta ja biologiaa. Big game: The Game on peli-idea, jonka tekivät kolme 15-vuotiasta oppilasta viikon aikana.
Valitun taideteoksen kuvaus	Oppilaat valitsivat taideteokseksi useita eläinhahmoja. Pelaajien on valittava kahdesta polusta, joissa on kuusi kehittyvää eläintä.
Oppilaiden projektityö	<ul style="list-style-type: none"> • Pelin idea on kehittyä eläimestä toiseen eläimellä syömällä muita eläimiä • Esimerkiksi. Jos olen minkki, minun on syötävä ruokaa, kunnes saan 100 kokemuspistettä. • Kun olen syönyt tarpeeksi ruokaa, nousen seuraavalle tasolle ylöspäin ja kasvan pesukarhuksi. Kun olen pesukarhu, minun on syötävä minkkejä, muita supikoiria ja ruokaa päästäkseni seuraavalle tasolle. • Big Game: The Game -pelin alussa on kaksi kehittyvää polkua <ul style="list-style-type: none"> • kani -> majava -> metsänhirvi -> peura -> villisika -> hirvi • minkki -> pesukarhu -> kettu -> ilves -> susi -> karhu. • Haasteena on päästä ravintoketjun huipulle ja saada mahdollisimman paljon pisteitä. • Genre on selviytymisen evoluutio. • Peli on tarkoitettu 7-15-vuotiaille. • Tietokone / mobiilipeli. • Kartta on metsä. • Peli opettaa elämänkierron.
Projektityön toteuttaminen	Oppilaat olivat innoissaan omista peli-ideoistaan. Heidän oli vaikea aloittaa. He työskentelivät erikseen ja pienissä ryhmissä.
Vahvuudet:	Oppilailta tuli paljon hyviä peli-ideoita ja he onnistuivat pääsemään yhteisymmärrykseen siitä, millaista peliä he haluavat tehdä. Pari viikkoa myöhemmin monet opiskelijat kysyivät, voisimmeko aloittaa uuden pelisuunnittelun. On useita opiskelijoita, jotka ovat opiskelussaan aktiivisempia ja vastaanottavampia, kun käytämme työpajoja, kuten pelien suunnittelua.
Heikkoudet:	Oppilailla ei ollut tarpeeksi aikaa pelin loppuun saattamiseen. Projektin aikana syntyi useita suuria haasteita. Oppilaiden oli vaikeaa valita pelin vaatavuustaso. Jos he suunnittelevat yksinkertaisen pelin, he voivat viimeistellä sen kunnolla tai suunnitella erittäin mielenkiintoisen pelin vain hyvällä idealla. Suurin osa heistä käytti koko ajan suuren idean suunnitteluun. Pelin, taiteen ja luonnontieteiden yhdistäminen oli vaikeaa.

Koulu	Rieskalahteen Koulu
Maa	Suomi
Valitun harjoituksen kuvaus	<p>Peli-idean kuvaus. Castle Crush on seikkailu linnassa. Pelaaja on joutunut linnaan, jossa on hirviöitä, ansoja ja suljettuja ovia. Pelaajan on suoritettava matematiikkaa ja taidetta yhdistäviä tehtäviä selviytyäkseen ja paetakseen linnasta. Tehtävät vaikeutuvat pelin edetessä. Pelaajalta vaaditaan myös nopeutta tehtävien suorittamisessa.</p> <p>13-vuotiaat oppilaat suunnittelivat pelikonseptin yhden viikon aikana.</p>
Valitun taideteoksen kuvaus	Oppilaat valitsivat peliin useita taideteoksia, jotka olivat mukana tehtävissä, pelihahmoissa ja taustamusiikissa.
Oppilaiden projektityö	<p>Oppilaiden projektityö on esitetty seuraavalla käsittekartalla:</p> 
Projektityön toteuttaminen	Oppilaat työskentelivät itsenäisesti ja pienryhmissä. He olivat innoissaan pelistään ja olisivat halunneet jatkaa projektin työstämistä valmiiksi saakka, jos toteutukseen varattu aika ei olisi loppunut kesken.
Vahvuudet:	Oppilailla oli paljon hyviä ideoita ja he onnistuivat pääsemään yksimielisyyteen siitä, millaisen pelin he haluavat kehittää. Peli-idea oli valmis toteutettavaksi ja oppilaat onnistuivat aloittamaan myös itse pelin tekoa Scratch-ohjelman avulla.
Heikkoudet:	Oppilailla ei ollut aikaa viimeistellä peliään. Kaksi isoa haastetta olivat mistä löytää matematiikan ongelmia, joilla on kytkös taiteeseen, ja miten löytää peliin sopiva vaikeusaste. Peli-idea oli hyvä, mutta toteutukseen käytettävissä oleva aika ei ollut riittävä, koska kouluvuosi oli poikkeuksellinen monella tapaa COVID-19:sta johtuen.

5.3 Maa: Italia

Koulu	IIS "Marconi-Guarasci" Luokka II C, Tieteellinen ammattikorkeakoulu
Maa	Italia
Valitun harjoituksen kuvaus	Perustetaan uhkapelejä käsittelevä tieteidenvälinen oppimisyksikkö digitaalisten taitojen ja kansalaisuuden hankkimista koskevan kolmivuotissuunnitelman tavoitteiden mukaisesti.
Valitun taideteoksen kuvaus	Oppilaat löysivät aihetta tutkiessaan Internetistä uhkapeliteemaan liittyviä taideteoksia, kuten Caravaggion "Korttihuijarit", Paul Cézannen "Kortinpelaajat" ja kuningatar Nefertarin pelaamassa senettiä. Oppilaiden tuottamat materiaalit sisältyvät seuraavaan tiedostoon: https://drive.google.com/file/d/1dQsK2fhw42tx5NYtKam8aGqnKuySHisC/view
Oppilaiden projektityö	Videopeli on toteutettu Scratch "The game of 11" -pelissä, jossa esiintyjä aina voittaa, mikä osoittaa, että kaikki pelit eivät ole reiluja. Aktiviteetti raportoitiin Codeweek 2020 -tapahtumassa HTTP ://www .codeweek.it / codeweek-2020 /. 1. https://scratch.mit.edu/projects/432267844 2. https://scratch.mit.edu/projects/433767326 Videon kuvaus: https://www.youtube.com/watch?app=desktop&feature=youtu.be&v=m6bXNbpQ4wQ
Projektityön toteuttaminen	Toiminta toteutettiin rinnakkain kahdessa luokassa (ammattikorkeakoulun I ja II C) tervetulo-aktiviteettina lukuvuoden 2020-2021 alussa. Molemmat luokat työskentelivät 3-4 hengen ryhmissä sekä lähietäopiskeluna ja näyttivät olevan motivoituneita ja kiinnostuneita monialaisesta lähestymistavasta.
Vahvuudet:	<ul style="list-style-type: none"> - Mahdollisuus opiskella oppiaineiden ulkopuolista teemaa, kehittää sitä eri näkökulmista ja tutkia tieteenalojen polkuja ja yhteyksiä. - Pelin luominen oli hyödyllinen hetki ongelmanratkaisutaitojen kehittämiseen ja ratkaisustrategioiden löytämiseen. - Oppilaat arvostivat erityisesti vertaisten ja opettajan välistä ajatustenvaihtoa, työpaja-lähestymistapaa ja toimintavapautta. - Kaikissa vaiheissa he pystyivät kehittämään taitojaan työskennellä ryhmässä parantaen sosiaalisia taitojaan ja englannin kielitaitoaan.
Heikkoudet:	Pandemian vuoksi oppilaat eivät toiminnan toteuttamisen aikana voineet työskennellä tietokonehuoneissa koulun COVID-19 rajoitteiden vuoksi. Luokat käyttivät IWB:ta (Interactive Whiteboard), loivat ryhmät ja keskustelivat. Ryhmätyö tehtiin kotona omilla laitteilla ja jaetussa tilassa.

Koulu	Liceo Scientifico Galileo Galilei - Perugia
Maa	Italia
Valitun harjoituksen kuvaus	<p>Tämän pelin sisältö kuuluu kokonaisuudessaan 14-16-vuotiaiden oppilaiden tieteellisen lukion kahden ensimmäisen vuoden opetussuunnitelmaan.</p> <p>Taide: Pantheon, sen historia, arkkitehtoninen kuvaus, suunnitelma, antiikin Rooman taidekeisari, sen tulkinta</p> <p>Latina: Plinius vanhempi - joitain otteita Historia Naturalisista</p> <p>Tieteet: Klassinen tähtitiede, taivaan pallo ja sen peruselementit (taivaanekvaattori, maailman pyörimisakseli, taivaan meridiaani, coluro, maailman akseli, zeniitti, nadiiri, ensimmäinen vertikaali, ekliptika, Gamma piste ja Omega), Ptolemaioksen teoria, auringon näennäinen liike; maan liikkeet, rotaatio ja revoluuatio, syyt ja seuraukset; leveysaste, pituusaste.</p> <p>Moderni tähtitiede: maailmankaikkeus ja teoriat sen alkuperästä, 380 000 vuotta ison räjähdysen jälkeen, siirtyminen läpinäkymättömästä maailmankaikkeuteen, tähtien, galaksien, pohjan säteilyn syntyä.</p> <p>Fysiikka: Alkeishiukkaset</p> <p>Kemia: Atomi, jaksollisen järjestelmän ensimmäiset 28 elementtiä, pääominaisuudet, aineen kiinteä tila.</p> <p>Geologia: silikaatit, mineraalien kemiallinen luokitus; kallion luokittelu magmaattiseksi, sedimentiksi ja muodonmuutokseksi; koulutusympäristöt.</p> <p>Tasogeometria: säännölliset tasoluvut, suorakulmio, neliö, ympyrä, kolmio.</p> <p>Matematiikka: mittasuhteet, pinta-alan laskenta, Fibonacci-sarja, kultainen leikkaus.</p> <p>Koodaus: Pelin rakentaminen Scratch-ohjelmalla.</p>
Valitun taideteoksen kuvaus	<p>Roomassa sijaitseva Pantheon on nykyään katolinen Santa Maria ad Martyres -kirkko, mutta sen alkuperä juontaa juurensa antiikin Rooman aikoihin, jolloin se oli juuri temppeli, jonka Marco Agrippa halusi itselleen Augustus-hallituskaudella (27 eKr. - 14 jKr). Tulipalon jälkeen keisari Hadrianus rakennutti sen uudelleen, muuttamalla alkuperäistä rakennetta, mutta hän päätti säilyttää Agripan muinaisen omistuskirjoituksen.</p> <p>Rakennus on lieriömäinen, ja siinä on suuri korinttilaisista graniittipylväistä tehty pylväshalli yhdistettynä suorakulmaisen eteisen kautta pyörösaliin. Pyörösalia peittää arkkumainen betonikupoli, jonka keskellä on aukko (oculus) kohti taivasta. Sisäpiirin silmä ja halkaisija ovat samat: 43 metriä (142 jalkaa), eli 12 kertaa suurempi kuin lattian suuremman neliön sivu. Pantheonin suuri pyöreä kupolinen katto edustaa taivaan palloa, reunus kuvastaa taivaan päiväntasaajaa. Kapealta suodatettava valo piirtää temppelin arkkitehtoniset elementit, erityisesti 8. kerroksen isot ja pienet</p>

	<p>ympyrät ja neliöt, joista tulee koko temppelin ja harjoituksessa luodun pelin elementti ja rakentava avain.</p> <p>Mineraalit ja kivet, jotka muodostavat lattian, valon sijainti, joka kulkee aukon yli eri vuodenaikoina ja joka kuvaa temppelin arkkitehtonisia elementtejä, ptolemaiolainen maailmankuva ja havaittu auringon liike.</p>
Oppilaiden projektityö	<p>Pelin tarina.</p> <p>Poika tapaa Pantheonin huoltajan, joka alkaa kertoa hänelle rakennuksen historiaa. Poika joutuu rakentamaan Pantheonin lattian asettamalla siihen kerrallaan isoja ja pieniä neliöitä ja ympyrän. Joka kerta hänen on vastattava kysymyksiin, jotka on jaoteltu aiheen ja vaikeusasteen mukaan.</p> <p>Tavoitteena on saavuttaa kolmas taso ja päästä lattian keskelle, joka mahdollistaa matkan läpi ajan; päähenkilö on toisen aikakauden toisessa muistomerkinä, mutta samoilla rakentavilla aikomuksilla tämä tekee pelistä avoimen seuraaville vuosille.</p>
Projektityön toteuttaminen	<p>Oppilaat jaettiin 14 ryhmään, joista kussakin oli kaksi oppilasta. Jokaisella ryhmällä oli erityisiä tehtäviä, jotka liittyivät sekä peliin että opetussuunnitelman tutkimusaiheeseen liittyvän tuotteen tutkimiseen, validointiin ja tuotteen rakentamiseen. Tämän pohjalta luotiin peli, sen tarina, tarkoitus ja säännöt käyttämällä Scratch:ia.</p>
Vahvuudet:	<p>Osallistuminen ja motivaatio oppia, nauttia oppimisesta ja rakentaa lopputuote.</p>
Heikkoudet:	<p>Tuotteen toteuttamiseen tarvittava aika on määriteltävä hyvin ja jaettava eri kollegoiden kesken, tämä aina ollut mahdollista, ja lisäksi COVID-19 vaikeutti kaikkea, kun suuri osa työstä tehtiin lock-downin aikana.</p>

5.4 Maa: Kreikka

Koulu	Evangelika Model High School of Smyrna http://lyk-evsch-n-smyrn.att.sch.gr/wordpress/?p=1322
Maa	Kreikka
Valitun harjoituksen kuvaus	Oppilaita pyydettiin kirjoittamaan ja ratkaisemaan geometriset tehtävät valitsemiensa materiaalikulttuurin kohteiden perusteella. Erityisesti he yrittivät muotoilla ja ratkaista taidekohteiden geometrisia ongelmia.
Valitun taideteoksen kuvaus	Kulttuuriperintö on jokaisen maan perusosa, koska se sisältää kaikki arvot menneisyydestä tulevaisuuteen; se on aarre läpi vuosien. Luonnontieteet, tekniikka, konetekniikka ja matematiikka (STEM), jotka sisältyvät moniin opetussuunnitelman sisältöteemoihin, STEM-opettajat voisivat käyttää Europeana-projektin kokoelmia opetustarkoituksiin STEM-oppimisessa. Enimmäkseen niissä analysoidaan geometrinen käsitteiden opettamisen ja oppimisen tapaustutkimusta, joka perustuu European digitaalisen kulttuuriperinnön kokoelmien esineisiin (https://www.europeana.eu/en/collections). https://drive.google.com/drive/folders/1V1d5O2JSCUxX1GIAPVAGhTmS3i_RSTY3
Oppilaiden projektityö	https://scratch.mit.edu/projects/465591328 https://scratch.mit.edu/projects/466538448 https://scratch.mit.edu/projects/467237974

<p>Projektityön toteuttaminen</p>	<p>Ensimmäisen vaiheen valmistelu: Oppilaita pyydettiin tutustumaan Europeana-projektin digitaalisen kulttuuriperinnön kokoelmaan (kreikan kielellä).</p> <p>Verkkokokouksen aikana (kesto 2 tuntia) esiteltiin vaihtoehtoisia tapoja käyttää Europeana-projektin tarjoamaa digitaalista kokoelmaa erityisten esimerkkien avulla.</p> <p>Oppilaita pyydettiin kirjoittamaan ja ratkaisemaan geometriset tehtävät valitsemiensa materiaalikulttuurin kohteiden perusteella.</p> <p>Yllä olevat ongelmat on valittu tyypillisinä esimerkkeinä opiskelijoiden hankkeiden kvalitatiivisesta analyysistä.</p> <p>Tutki, analysoi ja perustele nelikulmioiden ominaisuudet visuaalisten esitysten / taide-esineiden kriittisen tarkastelun avulla.</p> <p>Hyödynnä kokemusta ja olemassa olevaa tietoa muotoillessasi ja ratkaistessasi taidekohteiden geometrisia ongelmia, perustuen nelikulmioiden ominaisuuksien teoreemiin ja propositioihin.</p>
<p>Vahvuudet:</p>	<p>Tutkimushengen kehittäminen, luontaisten taipumusten edistäminen, kiinnostuksen vahvistaminen, oppimismenetelmät, joissa hyödynnetään eri strategioita ja menetelmiä ongelmatilanteiden ratkaisemiseksi, kyky valita ja tuottaa materiaalia, yhteistyö ja rakentavan ja hedelmällisen vuoropuhelun käyminen oppilaiden välillä kuuluvat opetussuunnitelman tavoitteisiin koskien kaikkia oppilaita heidän suorituksestaan riippumatta.</p>
<p>Heikkoudet:</p>	<p>Suljetut koulut ja etäopiskelu eivät tue innovatiivisia lähestymistapoja ja menetelmiä oppimisessa.</p>

5. Suositukset ja parannukset tulevaisuudessa

Saatujen kvalitatiivisten ja kvantitatiivisten tietojen sekä mukana olevien oppilaiden toteuttamien projektitöiden esimerkkien perusteella G.A.STEM -menetelmä ja -työkalut osoittivat innovatiivisuutensa ja tehokkuutensa. Kokemukseen osallistuvat opettajat tunnustavat niiden käytettävyyden. Menetelmää olisi kuitenkin laajennettava ja mukautettava edelleen sisällyttämällä siihen (matematiikan lisäksi) myös muiden tieteenalojen käsitteitä (esim. Biologia, kemia jne.).

Lisäksi kokemuksen toistettavuus edellyttää opettajilta hyvää valmistautumista, jotta he hallitsevat ja kykenevät käyttämään sekä G.A.STEM -menetelmää -työkaluja. Tämä on erittäin tärkeä elementti, koska tieteellisten aiheiden ja taiteen välisen yhteyden löytäminen ei aina ole helppoa, erityisesti nuorille oppilaille. Oppilaat, joilla on tässä vaikeuksia, voivat saada tehtävänsä päätökseen opettajilta saadun tuen ja projektitiimin kehittämien käytännön esimerkkien avulla.

Ennen oppilaiden projektityön organisointia ja sen jälkeen saatujen tietojen vertailun perusteella tulokset osoittavat huomattavaa parannusta (+ 43,15%) taiteen avulla tutkittujen matematiikan ja luonnontieteiden käsitteiden todellisen soveltamisen ymmärtämisessä. Tämä on vaikuttanut myös niihin oppilaisiin, jotka ottivat asiaan neutraalin kannan ennen toiminnan aloittamista ja muuttivat kantansa positiiviseksi toteutusvaiheen jälkeen.

Motivaatio ja kiinnostus matematiikan ja luonnontieteiden oppimiseen lisääntyi, kun taideteoksia hyödynnettiin oppimisvälineinä. Tulokset osoittavat itse asiassa 12,6% :n nousun sekä kiinnostuksessa että motivaatiossa nykyisissä tutkimuksissa, ja 9,7% :n laskun neutraalissa suhtautumisessa asiaan.

Sekä taiteen että pelikonseptin suunnittelun hyödyntäminen vaikuttavat positiivisesti oppimisprosessiin, lähinnä opiskelijoiden kiinnostukseen ja motivaatioon, matematiikan ja luonnontieteiden opinnoissa, huolimatta merkityksettömästä erosta (2,2%) pelikonseptin suunnittelun ja ”taideteosten” hyödyntämisen välillä.

Opettajien palautteen ja havaintojen mukaan G.A.STEM -menetelmä ja -työkalut tukivat sekä vertikaalisia että horisontaalisia taitoja, jotka ovat oppilaille hyödyllisiä sosiaalisen osallisuuden ja tulevan ammattiuran kannalta. Näiden osalta voidaan erityisesti mainita oppilaiden harjoittama työskentely ryhmissä ja itsenäisesti, suosien sosiaalisia - ja viestintätaitoja. Lisäksi oppilaat osallistuivat aivoriihityöskentelyyn, jossa he muotoilivat pelikonseptejään yhdistäen tieteellisiä aineita ja taiteita, sekä kehittivät ongelmanratkaisutaitojaan ja luovuuttaan, kuten opettaja hyvin kiteytti: *“Tutkimushengen kehittäminen, luontaisten taipumusten edistäminen, kiinnostuksen vahvistaminen, oppimismenetelmät, joissa hyödynnetään eri strategioita ja menetelmiä ongelmatilanteiden ratkaisemiseksi, kyky valita ja tuottaa materiaalia, yhteistyö ja rakentavan*

ja hedelmällisen vuoropuhelun käyminen oppilaiden välillä kuuluvat opetussuunnitelman tavoitteisiin koskien kaikkia oppilaita heidän suorituksestaan riippumatta.”

Ammatillisten taitojen osalta oppilaat pystyivät parantamaan digitaalisia taitojaan yrittäessään toteuttaa pelinsä ajatusta käyttämällä lähinnä Scratch:ia koodaamiseen.

Kokemus on tunnustettu myös mahdollisuudeksi tietää enemmän omasta kulttuuriperinnöstään esimerkiksi hyödyntämällä Europeana:n kaltaista kokoelmaa.

Valitettavasti pandemian rajoitusten vuoksi oppilaat eivät pystyneet käyttämään koko potentiaaliaan ja kaikkia menetelmän tarjoamia mahdollisuuksia hyödykseen. On todettava, että puuttunut mahdollisuus käyttää tietokoneluokkaa tai jakaa kokemuksia kasvokkain vaikutti projektityön kaikkiin vaiheisiin. Tämä aiheutti ongelmia sekä projektitöiden verkossa tapahtuvan viimeistelyn hallinnassa, että lopputuotteen toteuttamiseen tarvittavassa ajassa, jonka tulisi olla hyvin määritelty ja jaettavissa kollegoiden kesken.

Yhtenä suurimmista rajoituksista, joka menetelmän soveltamisessa korostui, oli se, että kaikki opettajat eivät ole virittyneet työskentelemään monialaisesti ja tieteidenvälisesti. Aina, kun tämä onnistui, oppilaat ja opettajat pystyivät järjestämään aktiviteetit paremmin huolimatta COVID-19-pandemian asettamista rajoitteista, jotka pakottivat opiskelijat useimmissa tapauksissa työskentelemään verkossa.

Tässä kontekstissa on tehty useita aloitteita G.A.STEM -menetelmän ja työkalujen levittämisen ja parantamisen edistämiseksi.

Ensinnäkin uudet taidetta ja tiedettä yhdistävät esimerkit ladataan G.A.STEM -alustalle. Toiseksi, opettajien verkkokurssi ”ART and Mini-Games” on edelleen saatavilla G.A.STEM -alustalla uusien opettajien kouluttamiseksi. Kolmanneksi se pysyy auki myös School Education Gateway -alustalla. Pandemian rajoituksista huolimatta tämä mahdollistaa kurssin käytön sekä pilottiin

rekisteröityneiden opettajien keskuudessa, joilla oli ongelmia hallita oppilaiden projektityön toteutusta online-tilassa, että uusien tulokkaiden keskuudessa (kuva 21).

The screenshot shows the School Education Gateway website interface. At the top left is the Erasmus+ logo. The main header reads "School Education Gateway" with the subtitle "Europe's online platform for school education". A navigation bar contains links for Home, Latest, Viewpoints, Resources, Erasmus+ Opportunities, and Teacher Academy. The breadcrumb trail is "Home > Teacher Academy > Course catalogue > Course detail". The course title is "ART and Mini-Games". It has a 5-star rating and an "Add to favourites" button. The course logo features puzzle pieces with icons of a pencil, a globe, a lightbulb, and a gear, next to the text "G.A. STEM". The description states: "The training course, addressed to the teachers and their students, aims to test G.A. STEM methodology and tools making the study of Mathematics and Science more interesting and creative, transforming a possibly difficult situation into a simpler, more dynamic, flexible, surprising, engaging, intriguing one to foster the student's curiosity. Through the G.A. STEM piloting activity the 13-16 years-old students will improve mathematical and science understanding through the use of the art-works and mini-game setting design."

Kuva 21 - G.A.STEM -koulutus julkaistuna School Education Gateway -alustalla.

Lopuksi G.A.STEM -toimintoja tullaan integroimaan muihin tekniikoihin. Esimerkiksi Italiassa, Liceo Scientifico Galileo Galilei -instituutissa Perugiassa, oppilaiden sitoutumistaso GASTEM-menetelmään pakotti heidät luomaan myös lautapelin CoSpacen avulla. Tarkoituksena oli rakentaa 3D-työkaluja lohkopohjaisen koodauksen tai kehittyneiden komentosarjojen avulla, sallimalla heidän aiempien luomustensa tutkiminen virtuaali- tai lisätyssä todellisuudessa seuraavan lukuvuoden aikana. Tämä vahvistaa innovaatioprosessia opetusmenetelmissä, joissa oppilaat ovat kokonaisvaltaisessa mielessä oppimisprosessinsa keskipisteessä yhdistämällä tutkimusta, lähteiden tunnistamista ja ongelmapohjaista oppimista.

Lähteet

- Anichini, G., et al. (2002). "Matematica 2001. Materiali per un nuovo curricolo di matematica con suggerimenti per attività e prove di verifica (scuola elementare e media)."
- Arnab, S., et al. (2012). "Framing the adoption of serious games in formal education." *Electronic Journal of e-Learning* 10(2): 159-171.
- Chehlarova, T. and E. Sendova (2011). "Enhancing the inquiry-based learning via reformulating classical problems and dynamic software." *Науковий часопис Національного педагогічного університету імені МП Драгоманова. Серія 3: Фізика і математика у вищій і середній школі(8)*: 125-132.
- Chehlarova, T., et al. (2012). "Dynamic tessellations in support of the inquiry-based learning of mathematics and arts." *Theory, Practice and Impact-Proceedings of Cosntructionism*: 21-25.
- Dochshanov A. M. (2018) Multidisciplinary Roadmap for STEM education: a case study. Conference: 12th Annual International Technology, Education and Development Conference, pages: 2278-2282 - INT
- Djaouti, D., et al. (2011). *Origins of serious games. Serious games and edutainment applications*, Springer: 25-43.
- Dochshanov, A. (2017). "Tinkering" as Learning reinforcement towards multidisciplinary in research-oriented education. 9th International Conference on Education and New Learning Technologies. Barcelona, Spain, IATED: pp. 9855-9859.
- Field, M. (2000). "Mathematics through art-art through mathematics." *Proc. MOSAIC*: 137-146.
- Gardner, H. (2005). *Educazione e sviluppo della mente. Intelligenze multiple e apprendimento*, Edizioni Erickson.
- Jiménez Iglesias, et al. (2018). *Gender and innovation in STE(A)M education*. Bruxelles, European Schoolnet (EUN).
- Jonassen, D. H., et al. (2008). *Meaningful learning with technology*, Pearson Upper Saddle River, NJ.
- Tramonti, M., *Mathematics Education Reinforced through Innovative Learning Processes*. Proceedings of the 9th International Conference on Education and New Learning Technologies, Barcelona, Spain, 2017.

Tramonti, M., Reinforcing Learning Setting through the Use of Digital Tools. Digital Presentation and Preservation of Cultural and Scientific Heritage. DiPP2017 Conference Proceedings, 7, 2017.

Tramonti, M., Technology and Art to Improve Mathematics Learning. Proceedings of the 12th annual International Technology, Education and Development Conference (IATED2018), Valencia, Spain, 2018.

Tramonti, M., Art and Science: Combining Learning Tool. Digital Presentation and Preservation of Cultural and Scientific Heritage, DiPP2019 Conference Proceedings, 9, 2019, ISSN:1314-4006, 145-152.

Tramonti, M., Mathematics and Science Study through the Arts. Proceedings of the 12th annual International Conference of Education, Research and Innovation (ICERI2019), Seville, Spain, 2019.

LIITE 1 - Pre-piloting Online Questionnaire for Teachers

1. Country *

2. Subjects taught *

3. In your opinion, what are the difficulties that young people generally face in STEM subjects? *

- Problem definition
- Problem-solving process
- To translate the meaning of STEM subjects to real-world meaning
- Logical reasoning
- Other

4. If your previous answer was "other", please, specify here below:

5. In your opinion, what is important to improve STEM teaching/learning? *

- Increasing students' motivation
- Changing of teaching methods
- Modifying the evaluation modalities
- Intensifying teacher training
- Other

6. If your previous answer was "other", please, specify here below:

7. In your opinion, what are the expected benefits of learning by using artworks? *

- More stimulating activities
- Students learn by doing
- Students learn how to solve more complex problems
- Students get to experience realistic problems
- Other

8. If your previous answer was "other", please, specify here below:

9. In your opinion, what are the expected benefits of learning by using the mini-game concept design? *

- Identification of the right action strategies
- Wider knowledge on objects, events and phenomena
- Improvement of problem-solving strategies
- Increased attention and motivation from students
- Other

10. If your previous answer was "other", please, specify here below:

11. In your opinion, what are the expected benefits of learning by using the G.A. STEM methodology and tools application? *

- Different ways of presenting information
- Better contextualizing of real problems
- Different use of learning strategies
- An increased curiosity for STEM subjects by the students
- Other

12. If your previous answer was "other", please, specify here below:

Thank you for your collaboration!

Please, remind that the responses are automatically saved; therefore, no confirmation of receipt will be sent by e-mail.

LIITE 2 - Post-Training Teacher Questionnaire

1. Country *

2. Subjects taught *

3. The developed tools can support the achievement of students' learning objectives in STEM education. *

	1	2	3	4	5	
Strongly	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	disagree
						Strongly agree

4. If your previous answer was "Strongly disagree" or "Disagree" ("1" or "2"), please, specify your opinion here below:

5. In your opinion, in which way does the use of works of art support students' learning in other subjects across the curriculum? *

- Providing more stimulating activities
- Favouring students learning by doing
- Supporting students in solving more complex problems
- Providing students with more experience in problem-solving
- Other

6. If your previous answer was "other", please, specify here below:

7. In your opinion, in which way can the use of the mini-game concept design support students' learning in STEM education? *

- Identifying the right action strategies for scientific context
- Offering wider knowledge of objects, events and phenomena
- Improving the problem-solving strategies
- Increasing students' attention span and motivation
- Other

8. If your previous answer was "other", please, specify here below:

9. Please, try to quantify the potential perception of the proposed methodology by students. *

	1	2	3	4	5
Fully not accepted	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Fully accepted	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

10. If your previous answer was "Strongly disagree" or "Disagree" ("1" or "2"), please, specify the motivations here below:

11. Please, evaluate the possible degree of fun for the students in the proposed method. *

	1	2	3	4	5
Minimum					
Maximum	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

12. If your previous answer was "1" or "2", please, specify the motivations here below:

13. How do you evaluate the usability of the G.A. STEM methodology and tools? *

14. Would you like to add something else?

Thank you for your collaboration!

Please, remind that the responses are automatically saved; therefore, no confirmation of receipt will be sent by e-mail.

LIITE 3 - Preliminary Students Questionnaire

1. Age *

2. Gender: *

M

F

Other

3. Country: *

4. What do you think about scientific disciplines?

Indicate your answer by selecting a number from 1 (strongly agree) to 5 (absolutely disagree).

1.1 Scientific disciplines are boring. *

1 2 3 4 5

Strongly agree Strongly disagree

1.2 I only use math and science at school or to do my homework. *

1 2 3 4 5

Strongly agree Strongly disagree

1.3 I think math is something abstract. *

1 2 3 4 5

Strongly agree

Strongly disagree

1.4 I think science is something abstract. *

1 2 3 4 5

Strongly agree

Strongly disagree

1.5 When I finish school, I won't need math and science. *

1 2 3 4 5

Strongly agree

Strongly disagree

1.6 I like to attend math and science class. *

1 2 3 4 5

Strongly agree

Strongly disagree

2. What do you think of the relationship between mathematics/science and art?
Indicate your answer by selecting a number from 1 (strongly agree) to 5 (absolutely disagree).

2.1 I never thought I could study mathematics/science using art. *

1 2 3 4 5

Strongly agree Strongly disagree

2.2 It could be a way to increase my interest in math and science. *

1 2 3 4 5

Strongly agree Strongly disagree

3. Do you know what a game concept is? *

Yes (Go to the Question

3.1)

No

3.1 Have you ever tried to develop or design a game concept?

Yes, many times

Yes, few times

No, but I would like to try.

Never

Thank you for your collaboration!

LIITE 4 - Follow-up Questionnaire for students

1. Age *

2. Gender: *

M

F

Other

3. Country: *

4. How did you realize your project work? *

Individually

In groups with my mates.

5. What do you think about combining scientific disciplines and Arts?

Indicate your answer by selecting a number from 1 (strongly agree) to 5 (absolutely disagree).

5.1 It helped me understand that math/science is not something abstract. *

1 2 3 4 5

Strongly agree Strongly disagree

5.2 I can use my creativity and be original. *

1 2 3 4 5

Strongly agree Strongly disagree

5.3 I don't feel comfortable using this method. *

1 2 3 4 5

Strongly agree Strongly disagree

5.4 The contents learned seem me to be more concrete and practical than before. *

1 2 3 4 5

Strongly agree Strongly disagree

5.5 Using "Artworks" has increased my interest in math and science.

1 2 3 4 5

Strongly agree Strongly disagree

6. How would you evaluate your experience in the mini-game concept design?

Indicate your answer by selecting a number from 1 (strongly agree) to 5 (absolutely disagree).

6.1 Creating a mini-game idea increased my interest in math and science. *

1 2 3 4 5

Strongly agree Strongly disagree

6.2 Creating a mini-game was interesting and funny. *

1 2 3 4 5

Strongly agree Strongly disagree

6.3 I would like to know more about the mini-game design. *

1 2 3 4 5

Strongly agree Strongly disagree

6.4 It was easy to create a mini-game concept using the mathematical/science concept studied. *

1 2 3 4 5

Strongly agree Strongly disagree

Thank you for your collaboration!

Please, remind that the responses are automatically saved; therefore, no confirmation of receipt will be sent by e-mail.

LIITE 5 - Application Form

Organization Name: _____

Address: _____

Attn: _____

I, the undersigned, hereby _____, Born in _____ Date _____,
address _____, Town _____,
Country _____, ID Number _____, Expire Date _____,
Telephone _____ Mobile _____,
email _____
Teacher in _____

REQUIRES

- To participate in the course "**Art and mini-games**" realized in the framework of the Erasmus+ G.A. STEM Project Ref. 2018-1-FI01-KA201-047215.

DECLARES

- To have the following requirements as specified in the **curriculum vitae** attached:

1. English knowledge (at least B1).
2. To be a full-time employee for at least one year.

- To be aware that the date of arrival of the requests will determine the registration priority.

- To be aware that data processing is essential for participation in the training course;

- To be aware that the data provided will be processed in compliance with the EU Regulation 2016/679 "General Data Protection Regulation" and with the current national laws concerning personal data protection. The interested party may exercise the rights referred to in Art. 13 GDPR 679/16.

Place and date _____

Signature _____

LIITE 6 - Mini-game Concept Design Template



MINI-GAME CONCEPT DESIGN

GAME TITLE: _____

Author/s: _____

School Name: _____

Country: _____

GAME CONCEPT DETAILS



Please, describe your game idea with the help of a short document by providing short information on the following items:

- Idea description
- Players role
- Learning objective
- Entertaining aspects
- Main challenge
- Genre
- Target audience
- Hardware platform
- Competition/Collaboration mode
- Gameworld
- Unique selling point

GAME CONCEPTUAL MAP



Please, summarize the game idea description by using a conceptual map

MINI-GAME PRODUCTION (OPTIONAL PHASE)



Prototype or Demo

(please, specify if it is available and where it was uploaded):



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

