



G.A.  
STEM

## *Verbetering van STEM-vaardigheden door middel van kunst en minigames*

**IO3 - OUTPUT EN AANBEVELINGEN OVER KUNST EN MINIGAMES IN HET STEMONDERWIJS**



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

De steun van de Europese Commissie voor de productie van deze publicatie houdt geen goedkeuring in van de inhoud, die uitsluitend de mening van de auteurs weergeeft, en de Commissie kan niet verantwoordelijk worden gesteld voor het gebruik dat eventueel wordt gemaakt van de informatie die erin is vervat.

Uitgewerkt door	EU-Track in samenwerking met alle partners
Activiteit gerelateerd	IO3/A4 Output over de verzamelde beste praktijken en aanbevelingen.
Deliverable nr. En titel	IO3 - Resultaten en aanbevelingen inzake kunst en minigames in het beta/technische onderwijs



*Creative Commons - Attribution-NoDerivatives 4.0*  
*Internationale publieke licentie ([CC BY-ND 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/))*

Copyright © G.A.STEM, 2018-2021

## Inhoud

1. Inleiding	4
2. KUNST en MINI-GAMES TRAINING	7
2.1 Beschrijving van het profiel van de leerkrachten	8
2.2 Uitvoering van de opleiding van de leerkrachten	9
2.3 Resultaten van de lerarenopleiding	12
3. ONTWIKKELING STEM VAARDIGHEDEN: PROJECTWERK LEERLINGEN	16
3.1 Profielomschrijving leerlingen	17
3.2 Implementatie leerlingen activiteit	21
3.3 Leerling resultaten	22
5. Goede voorbeelden van projectwerk leerlingen	<b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b>
5.1 Land: België	<b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b>
5.2 Land: Finland	27
5.3 Land: Italië	29
5.4 Land: Griekenland	32
5. Aanbevelingen en toekomstige verbeteringen	34
Referenties	
ANNEX 1 - Pre-piloting Online vragenlijst voor leerkrachten	39
ANNEX 2 - Post-Training Vragenlijst voor leerkrachten	42
ANNEX 3 - Voorlopige Vragenlijst Leerlingen	46
ANNEX 4 - Follow-up Vragenlijst voor leerlingen	49
ANNEX 5 - Applicatie formulier	52
ANNEX 6 - Mini-game Concept Design Sjabloon	53

## Lijst van Afbeeldingen

Figuur 1 - De vier modules van de “Arts and Mini-Games” cursus op het G.A.STEM Platform. ....	8
Figuur 2 - Deelnemende landen in G.A. STEM training.....	8
Figuur 3 - G.A.STEM Project event georganiseerd tijdens het <i>2020 STEM Discovery Campaign</i> by SCIENTIX. ....	9
Figuur 4 - Lesonderwerpen van de betrokken leerkrachten. <b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b>	
Figuur 5 - Nationaal en internationaal forum op het G.A. STEM platform. ....	11
Figuur 6 - Een van de online meetings georganiseerd met de leerkrachten tijdens hun training. ....	11
Figuur 7 - De algemene moeilijkheden van jonge mensen bij STEM onderwerpen.....	12
Figuur 8 - De verwachte voordelen vanaf leren met het gebruik van kunst. ....	13
Figuur 9 - De manieren waarop het gebruik van kunstwerken het leren van leerlingen in andere vakken in het curriculum ondersteunt. ....	14
Figuur 10 - De manieren waarop het gebruik van het conceptontwerp van minigames het leren van studenten in STEM-onderwijs ondersteunt. ....	15
Figuur 11 - De mogelijke perceptie van de voorgestelde methodologie door studenten. ....	15
Figuur 12 - De landen die betrokken zijn bij de pilootfase met studenten. ....	17
Figuur 13 - Leeftijd van de leerlingen. ....	18
Figuur 14 - De aanvankelijke houding ten opzichte van het gebruik van kunst als middel om de belangstelling van leerlingen voor zowel wiskunde als kunst te vergroten.....	20
Figuur 15 - Frequentie van het ontwerp / de ontwikkeling van het spelconcept door de betrokken studenten.....	20
Figuur 16 - Google-webpagina met alle conceptvoorbeelden van minigames. ....	21
Figuur 17 - G.A.STEM platform - De sectie Projectwerken van leerlingen. ....	22
Figuur 18 - Een beter begrip van de werkelijke toepassing van wiskunde en wetenschappelijke concepten door gebruik te maken van de kunst. ....	23
Figuur 19 - De resultaten verwezen naar het onderzoek: "Ik kan mijn creativiteit gebruiken en origineel zijn in de ontwikkeling van ideeën voor het minigame-concept".....	23
Figuur 20 - Een verhoogde interesse in wiskunde en natuurwetenschappen door gebruik te maken van 'kunstwerken'. ....	24
Figuur 21 - G.A.STEM-training gepubliceerd op het School Education Gateway-platform. ....	36

## Lijst van tabellen

Tabel 1 - De bruikbaarheid van de G.A. STEM methodologie en tools.....	16
--	----

# 1. Inleiding

In dit verslag worden de gerealiseerde activiteiten beschreven de resultaten die tijdens de proeffase zijn bereikt: opleiding in e-platform (voor docenten) en ontwikkeling van de studieprojecten (door studenten).

Het analyseert de bereikte resultaten en maakt een vergelijking tussen de verwachte en de bereikte resultaten.

In detail worden de prestaties beschreven verkregen van de studenten in termen van ontwikkelde kennis, vaardigheden en competenties en uitgevoerde oefeningen.

De leider van deze intellectuele output is EU-Track (Italië). Alle partners zijn er echter, via het pilootteam, bij betrokken geweest:

- TURUN YLIOPISTO (Finland)
- Tamsalu Gymnasium (Estland)
- TALLINN UNIVERSITY (Estland)
- PIXEL Association (Italië)
- I.C. MARIA MONTESSORI (Italië)
- Sint-Lievenscollege Gent (België)
- Rieskalahteen Koulu (Finland)

Daarnaast bevat deze intellectuele output de analyse van de logboeken over het gerealiseerde projectwerk, die tijdens de proeffase door de docenten zijn opgesteld. De verslagen worden geanalyseerd in termen van de gedeelde ervaringen in het Europees partnerschap, STEM en transversale vaardigheden die de leerlingen hebben ontwikkeld.

Ten slotte bevat het de beste praktijken die in de betrokken scholen zijn ingevoerd, de studieprojecten die voor studenten zijn ontwikkeld, en een verzameling van aanbevelingen waarin de sterke en zwakke punten met betrekking tot toekomstige implementatie worden onderstreept.

Op basis van de bereikte resultaten zullen het opleidingstraject en de methodologie worden bijgesteld en aangepast.

De taken waren de volgende:

- O3/A1 - Lerarenopleiding;
- O3/A2 - Ontwikkeling van studieproject met studenten;
- O3/A3 - Verzameling van de beste praktijken;
- O3/A4 - Opstellen van de output over de verzamelde beste praktijken en aanbevelingen voor de toekomstige uitvoering.

De hele proeffase en de betrokkenheid van de doelgroepen (leraren en studenten) werden beïnvloed door de beperkingen als gevolg van de pandemie, met enkele verschillen op nationaal niveau in de betrokken partnerlanden: Finland, Italië, België en Estland.

Om kwalitatieve en kwantitatieve gegevens te verzamelen voor de evaluatie van de projectinstrumenten en -methodologie, heeft het kwaliteitsbewakings- en evaluatieteam de volgende instrumenten opgesteld en toegediend, als volgt:

1. Online-vragenlijst voor leerkrachten voorafgaand aan de proefperiode (bijlage 1);
2. Vragenlijst voor leraren na de opleiding (bijlage 2);
3. Voorlopige vragenlijst voor studenten (bijlage 3);
4. Vragenlijst voor follow-up van studenten (bijlage 4);

Daarnaast rapporteerden de leerkrachten hun ervaringen over het gerealiseerde werk met hun leerlingen en de doeltreffendheid van de pedagogische aanpak van het project door middel van de verslagjournals, met gebruikmaking van een daartoe verstrekt sjabloon. Alle resultaten werden vergeleken, geanalyseerd, verwerkt en gerapporteerd in specifieke hoofdstukken van het huidige document.

## 2. KUNSt en MINI-GAMES TRAINING

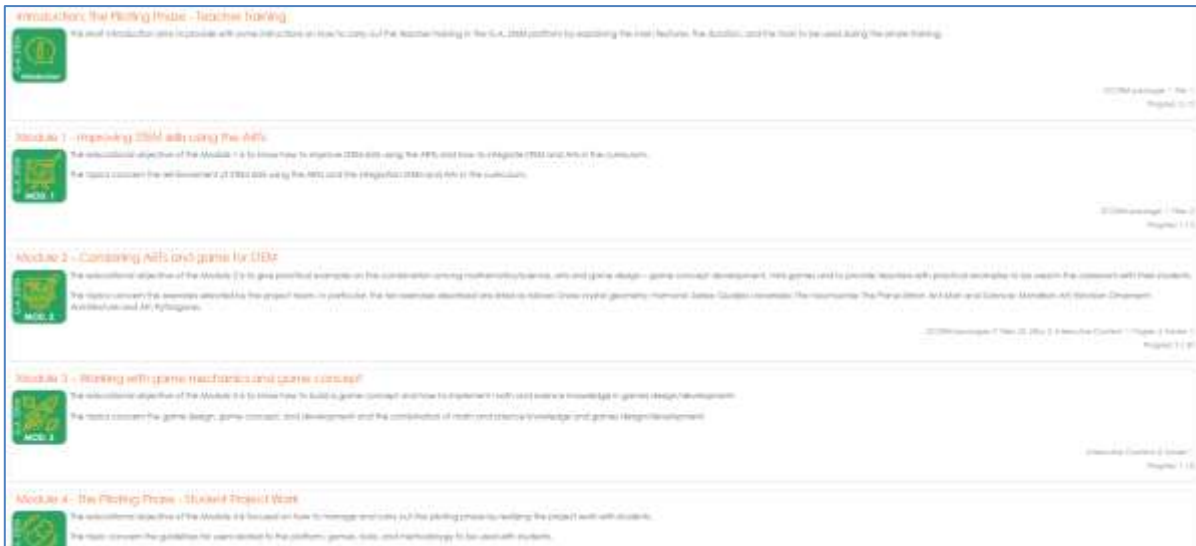
Bij de cursus “kunst en minigames” waren leerkrachten betrokken die werden geselecteerd via een selectieprocedure die in februari 2020 van start ging met de opstelling van het aanmeldingsformulier (bijlage 5). Het pilootteam besteedde speciale aandacht aan leerkrachten die werken in scholen die, onderstaande tot hun prioriteiten rekenen:

- Terugdringing en preventie van voortijdig schoolverlaten.
- Bevordering van gelijke toegang tot onderwijs;
- Vermogen van de lerarenopleiding om een echte steun te beiden;
- Versterking van sociale insluiting en integratie;

Het pilootteam bekeek alle in de partnerlanden verzamelde aanvragen en stelde een selectie-rooster samen. De inschrijvingsprioriteit werd toegekend naar gelang van de datum van binnenkomst van de aanvragen. Het inschrijvingsproces is echter geopend tot oktober 2020 om leraren en bijgevolg ook studenten met de kans te geven de opleiding te volgen en het projectwerk met hun leerlingen te realiseren.

Hoe dan ook, het pilootopleidingstraject werd aan de ingeschreven leerkrachten verstrekt. Zij volgden de vier modules (figuur1) van februari 2020 tot oktober 2020:

1. Verbetering van STEM-vaardigheden met behulp van kunst;
2. Kunst en spel combineren voor STEM;
3. Werken met spelmechanica en spelconcept;
4. De startfase: opleiding van docenten en projectwerk van studenten.



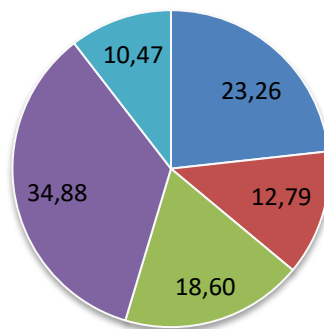
Figuur 1 - De vier modules van de cursus “Arts and Mini-Games” op het G.A. STEM-platform.

## 2.1 Lerarenprofiel Beschrijving

In totaal 86 leerkrachten namen deel aan de cursus “Arts and Mini-Games”, ze waren afkomstig uit verschillende landen (figuur 2):

### Leraren geëngageerde landen

■ Finland ■ Estonia ■ Belgium ■ Italy ■ Others



Figuur 2 - Landen die betrokken zijn in de G.A. STEM training. Andere: Griekenland, Idnia, Ierland, Portugal, Roemenië, Turkije.

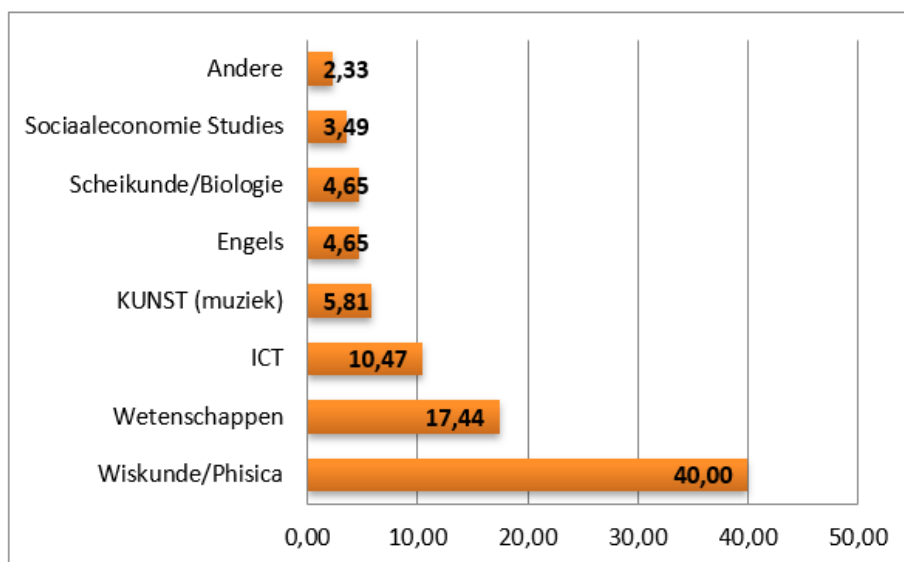
Tijdens het online-evenement dat op 15 april werd gehouden in het kader van de 2020 STEM Discovery Campaign, georganiseerd door SCIENTIX, werd het G.A. STEM-project, met inbegrip van de proeffase, gepresenteerd (figuur 3). Tijdens dit evenement kon het pilootteam ook leerkrachten uit andere landen, die niet tot de partnerorganisaties behoren, bij het project betrekken, met namen uit Griekenland, India, Portugal, Roemenië en Turkije.





Figuur 3 - G.A.STEM Projectevenement georganiseerd tijdens de 2020 STEM Discovery Campaign door SCIENTIX.

Wat de onderwezen vakken betreft, heft de meerderheid van de respondenten wiskunde en natuurkunde (40%) en natuurwetenschappen (17,44%) opgegeven. Zoals uit figuur 4 blijkt, hebben de voorgestelde methodologie en instrumenten van G.A. STEM echter ook docenten van anderen vakken aangetrokken, zoals kunst, scheikunde/biologie, ICT, Engels en sociaaleconomische studies.



Figuur 4 - Vakken die door de betrokken docenten worden onderwezen.

## 2.2 Leraren Uitvoering van de opleiding

Alvorens de testfase met hun leerlingen te beginnen, kregen leraren een opleiding om hen een duidelijk overzicht van de methodologie te geven en hen bewust te maken van de instrumenten die zij met hun leerlingen voor de uitvoering van het project moesten gebruiken.

Zij konden toegang krijgen tot de cursus "Kunst en minigames" via het G.A.STEM-platform (<https://gastem.pixel-online.org/art-and-mini-games-course.php>) en profiteren van:

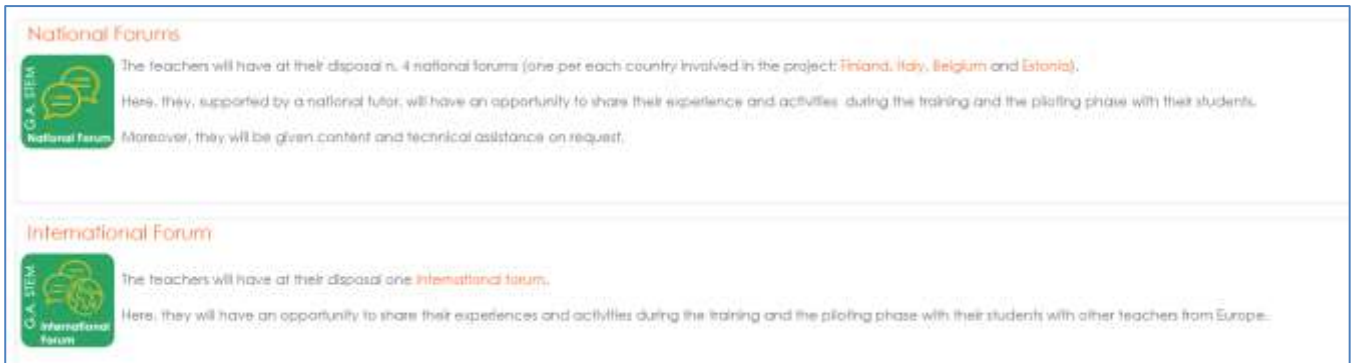
- Een korte inleiding met instructies over hoe de lerarenopleiding in het G.A. STEM-platform moet worden uitgevoerd door de belangrijkste kenmerken, de duur en de

instrumenten die tijdens de hele instructieperiode moeten worden gebruikt, uit te leggen. Het bevatte een instructievideo over "Hoe navigeren in en gebruik maken van het G.A. STEM-platform".

- **Module 1 - Verbetering van de bèta/technische vaardigheden met behulp van de ART's** om te weten hoe de bèta/technische vaardigheden met behulp van de ART's kunnen worden verbeterd en hoe bèta/techniek en kunst in het leerplan kunnen worden geïntegreerd. Het ging om de versterking van bèta/technische vaardigheden met behulp van de ART's en de integratie van bèta/techniek en kunst in het leerplan.
- **Module 2 - Het combineren van kunst en spel** voor bèta/techniek had tot doel praktische voorbeelden te geven over de combinatie tussen wiskunde/wetenschap, kunst en spelontwerp/gameconceptontwikkeling, minigames en leraren praktische voorbeelden te geven die ze in de klas met hun leerlingen kunnen gebruiken. Het is de bedoeling dat de module de oefeningen bevat die door het projectteam zijn geselecteerd. In het bijzonder worden de tien beschreven oefeningen als volgt opgesomd: Sneeuwkristalmeetkunde; Harmonische Reeks; Giudizio Universale; De Naumachie; De Vlakke Spiegel; Ant-Man en Wetenschap; Mondriaankunst; Estlands Ornament; Architectuur en Kunst; Pythagoras.
- **Module 3 - Werken met spelmechanismen en spelconcept** om te weten hoe je een spelconcept opbouwt en hoe je kennis van wiskunde en wetenschappen implementeert in spelontwerp/ontwikkeling. De onderwerpen betreffen het spelontwerp, spelconcept en -ontwikkeling en de combinatie van wiskundige en natuurwetenschappelijke kennis met spelontwerp/ontwikkeling.
- **Module 4 - De proeffase - Studentenprojectwerk** is gericht op hoe de proeffase te beheren en uit te voeren door het projectwerk met studenten te realiseren. De onderwerpen presenteren de richtlijnen voor gebruikers met betrekking tot het platform, de spellen, de hulpmiddelen en de methodologie die met studenten gebruikt moeten worden.

Elke module bestond uit een multimediales, aantekeningen, PowerPoint-presentaties, video's en demo's. Bovendien realiseerde het projectteam voor elke ontwikkeling van een gameontwerp in module 2 een voorbeeld van een minigame ontwerp waarin vakken als kunst en wiskunde/wetenschappen werden gecombineerd aan de hand van het ontwikkelde sjabloon (BIJLAGE 6 - Mini-game Concept Design Template).

Docenten konden hun ervaringen en activiteiten delen en met elkaar communiceren via zowel internationale als nationale forums (figuur 5), die per bij het project betrokken land waren opgezet. Dit onderdeel van het G.A.STEM-platform werd door de nationale docenten gebruikt om hen tijdens de opleiding en de proeffase met hun studenten te ondersteunen voor inhoudelijke en technische bijstand.



Figuur 5 - Nationaal en internationaal forum in het G.A. STEM-platform.

Voor, tijdens en na de opleiding van de docenten werden verschillende online-bijeenkomsten georganiseerd om hen te helpen bij de toepassing van de G.A. STEM-methodologie en -instrumenten (figuur 6).



Figuur 6 - Een van de online-vergaderingen met leraren tijdens hun opleiding.

Voor en na de opleiding stelden de betrokken leraren de online-vragenlijst voor leraren vóór de opleiding en de vragenlijst voor leraren na de opleiding op. Uiteindelijk waren er 62 leerkrachten die de opleiding hebben voltooid, terwijl er oorspronkelijk 86 leerkrachten voor de cursus waren ingeschreven. Dit werd veroorzaakt door de pandemische beperkingen, voornamelijk om twee redenen. Ten eerste waren sommige docenten overbelast met het beheer van virtuele lessen en online-activiteiten die zij met hun dagelijkse lessen moesten uitvoeren. Ten tweede de bezorgdheid van de leerkrachten om het projectwerk niet met hun leerlingen in face-to-face-modaliteit te kunnen uitvoeren. De leerkrachten die het proefproject met hun leerlingen uitvoerden, konden deze taken in virtuele modaliteit beheren.

Bovendien ontvingen alle leerkrachten die de opleiding hebben gevolgd, een certificaat voor hun deelname.

## 2.3 Resultaten van de opleiding van docenten

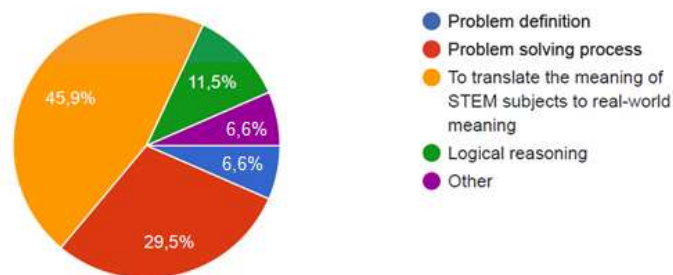
Volgens de Europese Commissie zou Europa in de nabije toekomst te maken kunnen krijgen met een tekort van 900.000 gespecialiseerde ICT-technici. En als er volgens de studie evenveel mannen als vrouwen op de digitale arbeidsmarkt zouden zijn, zou het jaarlijkse BBP van de EU met 9 miljard euro kunnen groeien.

Uit het "Program for International Student Assessment" (PISA) van de OESO blijkt dat het aantal jongens dat zichzelf voorstelt als ICT'er, wetenschapper of ingenieur veel groter is dan het aantal meisjes.

Uit de studie blijkt bijvoorbeeld dat jonge Italianen in de top drie van Europa staan wat belangstelling voor exacte en IT-vakken betreft; een onbeduidend deel voelt zich met name geroepen voor wiskunde (41,7% tegenover een Europees gemiddelde van 37,6%) en informatietechnologie (49,2% tegenover een Europees gemiddelde van 42,2%).

Hoewel zij ervan overtuigd zijn dat hun generatie de eerste is waarin mannen en vrouwen concreet gelijke kansen hebben op alle maatschappelijke terreinen, zijn de meisjes ervan overtuigd dat er nog steeds geen gelijke kansen op werk zijn in de bèta/techniek. Bovendien zijn de naleving van sociale verwachtingen, genderstereotypen, genderrollen en het gebrek aan referentiemodellen bijkomende factoren die de beroepskeuze van meisjes afleiden van bèta/technische gebieden.

Bovendien blijkt uit de resultaten dat de grootste moeilijkheden die jongeren ondervinden met bèta/technische vakken (figuur 7) vooral te maken hebben met de vraag hoe de betekenis van bèta/technische vakken naar de echte wereld moet worden vertaald (45,9%) en het probleemoplossingsproces (29,5%). Daarnaast heeft een aantal docenten "andere" geantwoord vanwege de veelheid van redenen die aan deze moeilijkheden ten grondslag liggen, welke hoofdzakelijk tot de volgende kunnen worden herleid: probleemstelling, probleemoplossingsproces en de vertaling van de betekenis van bèta/technische vakken naar de echte wereld.

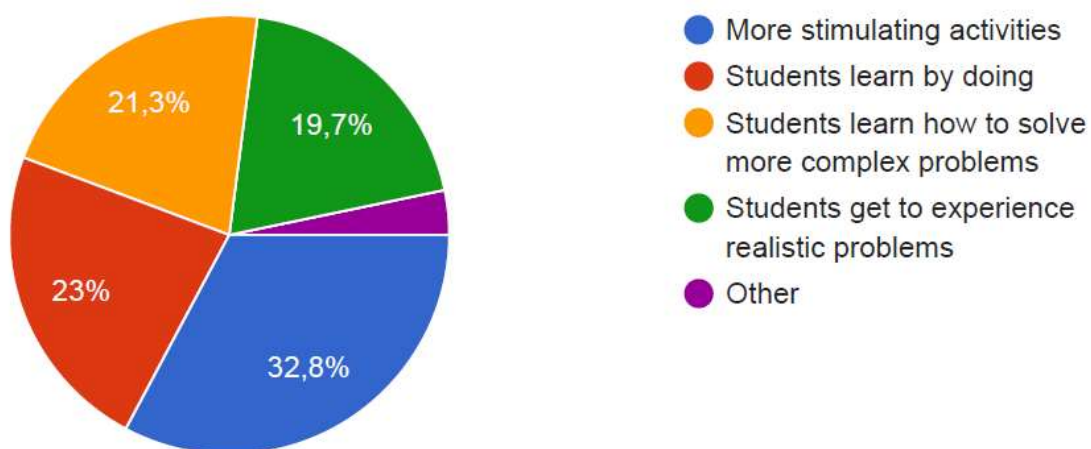


Figuur 7 - De moeilijkheden die jongeren in het algemeen ondervinden bij STEM-vakken.

De moeilijkheden die aan het licht zijn gekomen, houden verband met het onvermogen om de relatie tussen bèta/technische onderwerpen en de werkelijkheid te zien. Dit betekent dat jongeren de feitelijke toepasbaarheid ervan niet inzien, waardoor de perceptie van bèta/technische onderwerpen negatief wordt beïnvloed.

In dit verband erkennen de docenten dat de belangrijkste kwestie van de verbetering van de bèta/technische onderwijs- en leerprocessen zich op twee kernpunten concentreert. Enerzijds moet de motivatie van de leerlingen om bèta/technische vakken te studeren worden vergroot (47,5%) en anderzijds moeten de onderwijsmethoden worden veranderd en verbeterd (36,1%) om een innovatieve leeromgeving te creëren. 9,8% van de docenten is echter van mening dat de opleiding van docenten geïntensiveerd moet worden.

De houding van docenten ten aanzien van het element "kunst" binnen de bèta/technische vakken is nogal uiteenlopend. De verwachte voordelen van het leren met behulp van kunstwerken (figuur 8) zijn te vinden in het vermogen van kunst om: activiteiten te stimuleren door de nieuwsgierigheid van leerlingen te vergroten (32,8%); leerlingen te ondersteunen bij het leren door te doen (23%); hen te helpen bij het oplossen van complexere problemen (21,3%) en hen meer ervaring te laten opdoen met realistische problemen (19,7%). Ook al is er een percentage van 1,6% van de docenten die "kunst" niet zien als iets dat de kern van bèta/techniek veronachtzaamt.



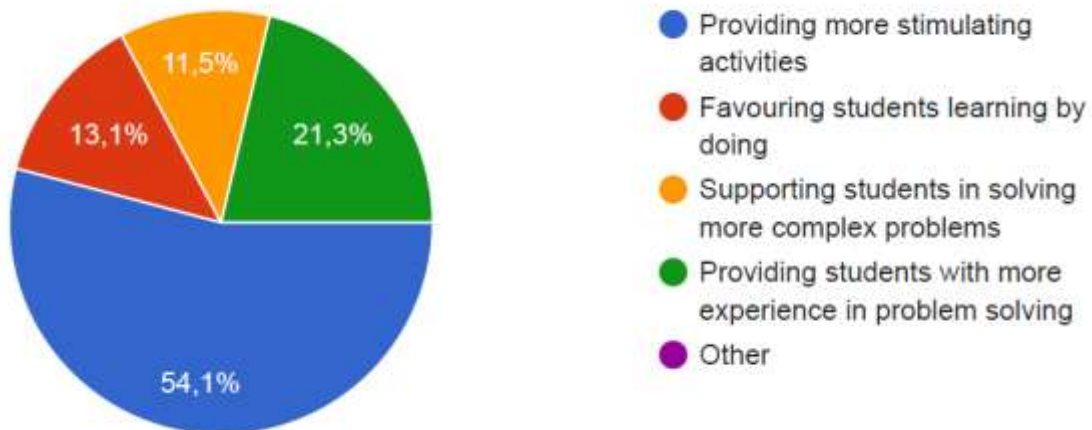
Figuur 8 - De verwachte voordelen van het leren met behulp van de kunstwerken.

Integendeel, de percepties van de verwachte voordelen in het leerproces door het gebruik van het conceptontwerp van de minigame zijn duidelijker en herkenbaarder, voornamelijk in de verbetering van probleemoplossingsstrategieën bij de leerlingen (45,9%) en in verhoogde aandacht en motivatie van hen (41%). Deze methodologie kan studenten echter helpen bij een bredere kennis van objecten, gebeurtenissen en verschijnselen en bij het bepalen van de juiste handelingsstrategieën door hen te ondersteunen bij ontwerpgericht onderzoek, prototyping en bij logisch redeneren.

Vóór hun deelname aan de G.A.STEM-opleiding waren de docenten dan ook van mening dat de projectmethodologie en de toepassing van instrumenten leerwinst zouden kunnen opleveren voor hun leerlingen, met name door de toenemende nieuwsgierigheid van de leerlingen naar bèta/technische vakken (39,3%); door een ander gebruik van leerstrategieën (27,9%); door een betere contextualisering van reële problemen die moeten worden bestudeerd (23%) en door bij te dragen tot een andere presentatie van de informatie (8,2%).

Op basis van de bereikte resultaten zijn na de voltooiing van de G.A.STEM-cursus alle bij de proeffase betrokken docenten (100% waarvan 24,6% "mee eens" en 75,4% "zeer mee eens") meer overtuigd van de doeltreffendheid waarmee de ontwikkelde instrumenten de verwezenlijking van de leerdoelstellingen van de leerlingen in het bèta/technisch onderwijs kunnen ondersteunen, omdat bèta/techniek de toekomst is voor de leerlingen.

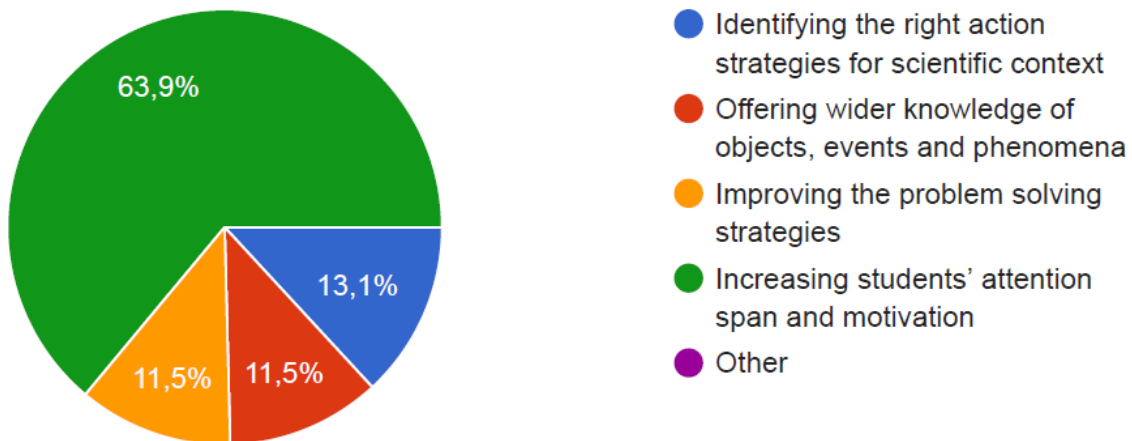
Dit wordt ook bevestigd door het feit dat de houding van de docenten ten aanzien van "kunst" is veranderd. Zoals uit figuur 9 blijkt, onderstrepen zij hoe het gebruik van kunstwerken het leren van leerlingen in andere vakken binnen het curriculum kan ondersteunen door hen meer stimulerende activiteiten (54,1%) en meer ervaring in het probleemoplossingsproces (21,3%) te bieden door hen te ondersteunen bij het oplossen van complexere problemen (11,5%). Bovendien erkent een aantal respondenten (13,1%) het gebruik van kunstwerken in het leerplan als een instrument om het al doende leren van de leerlingen te bevorderen en het leerproces verder te vergemakkelijken.



Figuur 9 - De manieren waarop het gebruik van kunstwerken het leren van leerlingen in andere vakken binnen het leerplan ondersteunt.

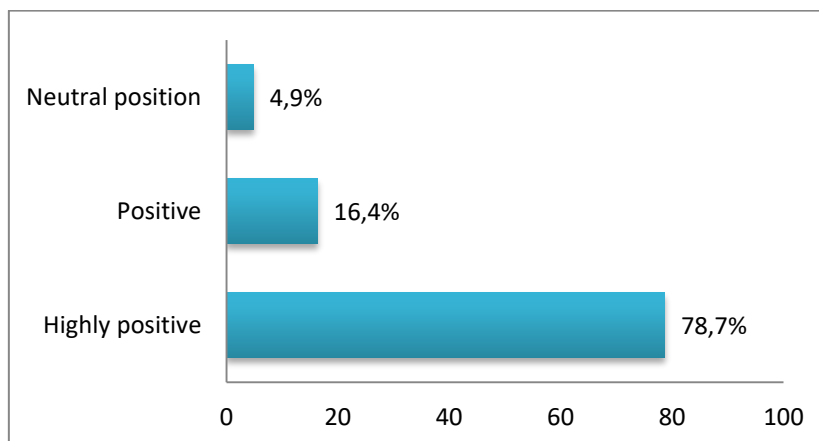
Wat de houding van docenten ten opzichte van het mini-game conceptontwerp betreft, blijkt uit de resultaten dat het idee dat het gebruik ervan ter ondersteuning van het leren van leerlingen in het bèta/technisch onderwijs productief kan zijn, wezenlijk wordt versterkt. Het gebruik van het conceptontwerp van minigames in bèta/technische vakken kan namelijk in de eerste plaats de aandachtspanne en motivatie van de leerlingen vergroten (63,9%); hen helpen de juiste handelingsstrategieën voor de wetenschappelijke context te bepalen (13,1%) en

ondertussen een bredere kennis van objecten, gebeurtenissen en verschijnselen bieden en de probleemoplossingsstrategieën verbeteren (figuur 10).



Figuur 10 - De manieren waarop het gebruik van het mini-game conceptontwerp het leren van leerlingen in het bèta/technisch onderwijs ondersteunt.

Ten slotte werd de docenten na de opleiding gevraagd de mogelijke perceptie van de G.A. STEM-methodologie door de leerlingen te kwantificeren. Uit de resultaten blijkt (figuur 11) dat de feedback zeer positief is (95,1%) tegenover slechts 4,9% van de respondenten die neutraal blijven.



Figuur 11 - De potentiële perceptie van de voorgestelde methodologie door studenten.

Dit resultaat wordt bevestigd door de evaluatie van de mogelijke mate van plezier voor de leerlingen bij de toepassing van de voorgestelde methode. In dit geval was de feedback van de docenten positiever met 98,4% tegenover 1,6% die een neutrale houding aanneemt.

De evaluatie van de leerkrachten over de bruikbaarheid van de G.A.STEM-methodologie en -instrumenten is zeer positief omdat ze verschillende benaderingen biedt die in overeenstemming zijn met de ontwikkeling van de sleutelcompetenties van de 21ste eeuw. Bovendien kan het ondersteunend zijn voor de klas en nuttig als een goede uitdaging voor zowel docenten als leerlingen.



Het vereist echter de juiste voorbereiding om doeltreffend te zijn en het zou beter zijn de voorbeelden waarbij kunst en minigames conceptontwerp worden gecombineerd uit te breiden tot een breder spectrum van vakken, waaronder wetenschap of scheikunde.

**Tabel 1 - De bruikbaarheid van de G.A. STEM-methodologie en -instrumenten**

<b>How do you evaluate the usability of the G.A. STEM methodology and tools?</b>
The usability of G.A.STEM is good but I would have been happier to find more subjects concerning science, the subject that I teach.
Very good
It's great thank you
Excellent with the right preparation
Very important and fun
Very useful
G.A.Stem methodology is easy to use with students.
There are many different tools and the time is needed to become familiar with the implementation. It is a good way for distance learning with students.

### **3. ONTWIKKELING VAN STEMVAARDIGHEDEN: PROJECTWERK VAN STUDENTEN**

De doelgroep van de tweede fase van het proefproject bestond uit leerlingen van 11 tot 16 jaar. Er werd voorrang gegeven aan de leerlingen van de eerder opgeleide leraren. Bovendien werden de potentiële deelnemers verondersteld vóór hun deelname aan de volgende vereisten te voldoen:

- Moeilijkheden hebben bij het leerproces;
- Hebben lage basiscompetenties of een achtergrond met mislukkingen op school;
- Risico op schooluitval of sociale uitsluiting.

De selectie van de leerlingen werd rechtstreeks door de betrokken docenten verricht wegens de pandemische beperkingen.

Ook de sessie waarin het projectwerk met de studenten werd ontwikkeld, werd onvermijdelijk beïnvloed door de COVID-19-situatie. De activiteiten werden zowel face-to-face als online uitgevoerd en het tijdschema werd verlengd tot januari 2021 in plaats van november 2020 om zowel de docenten als de studenten een grote flexibiliteit te bieden bij de uitvoering van de activiteiten. De selectie van de leerlingen werd rechtstreeks door de betrokken leraren verricht wegens de pandemische beperkingen.

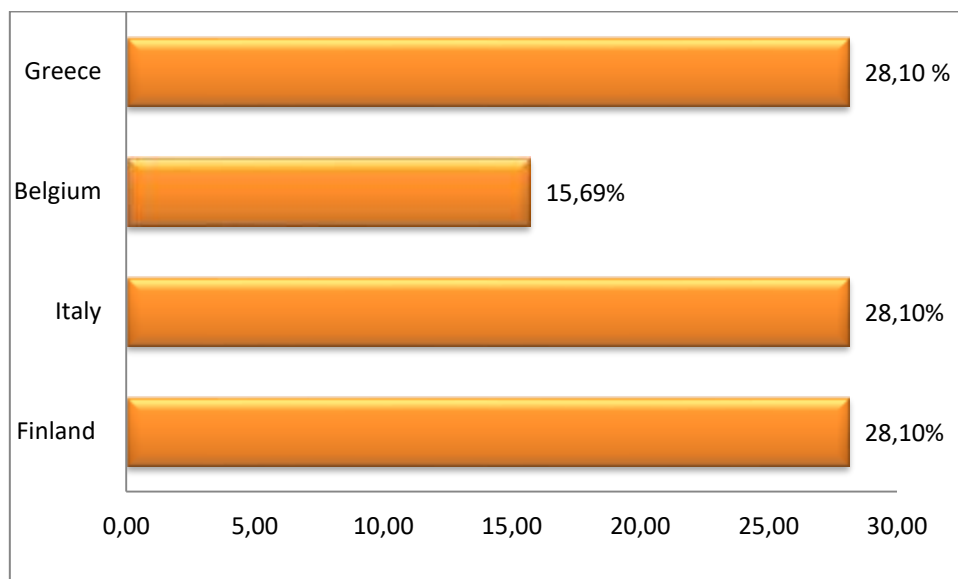




Niet alle opgeleide leerkrachten konden echter de taken met hun leerlingen uitvoeren vanwege de gedeeltelijke/totale afsluiting. Sommigen van hen vonden het moeilijk om de realisatie van het projectwerk van de studenten in de online-modaliteit te beheren. Daarom waren de partnerlanden die het experiment met de studenten konden beheren Finland, België en Italië. Daarnaast werden studenten uit Griekenland actief betrokken bij de ervaring door hun projectwerk te ontwikkelen.

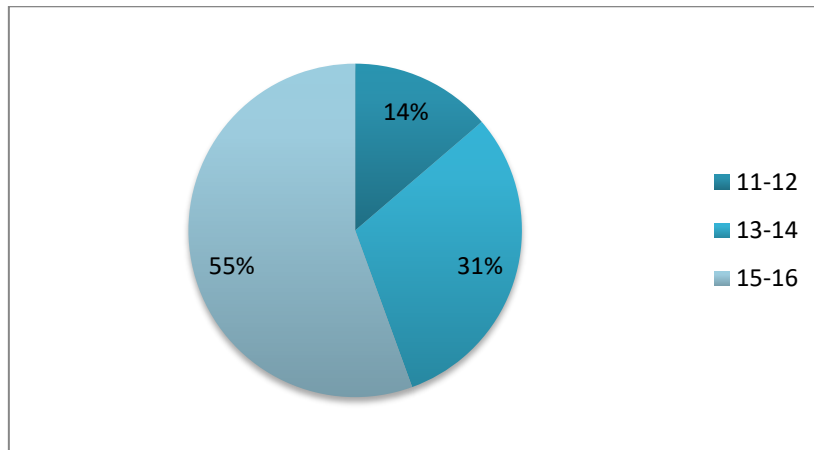
### **3.1 Beschrijving van het profiel van de leerlingen.**

Het totale aantal betrokken studenten bedroeg 153 (waarvan 62,7% mannen, 33,3% vrouwen en 4% niet nader gespecificeerd) uit Finland, België, Italië en Griekenland (figuur 12).



**Figuur 12 - De landen die betrokken zijn bij de proeffase met studenten**

De leeftijd van de leerlingen varieerde van 11 tot 16 jaar; de doelgroep omvatte met name 14% leerlingen tussen 11 en 12 jaar; 31% tussen 13 en 14 jaar en 55% tussen 15 en 16 jaar.



Figuur 13 - Leeftijd van de studenten.

Om een eerste overzicht van het profiel van de studenten te krijgen, was de voorlopige vragenlijst bedoeld om drie verschillende houdingen te beschrijven voordat met de uitvoering van het project werd begonnen, namelijk: de eerste was om de mate van gemak ten opzichte van zowel wiskunde als wetenschap te meten; de tweede was met betrekking tot de relatie tussen wiskunde/wetenschap en kunst en, tenslotte, de derde was met betrekking tot het conceptontwerp van de mini-game.

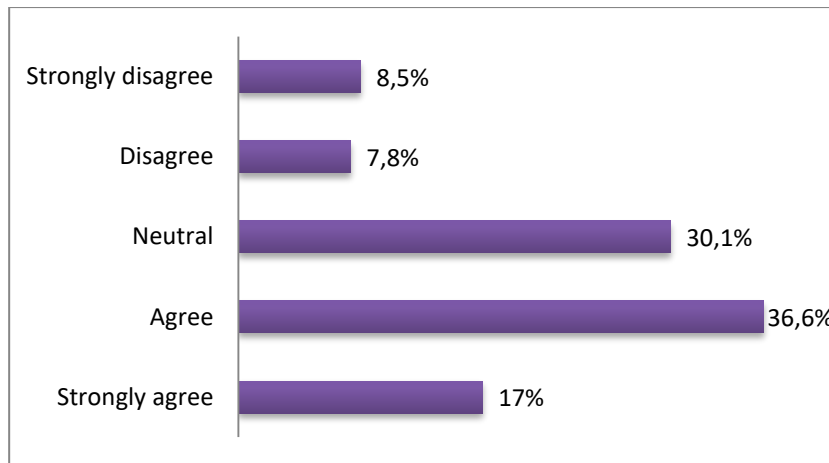
De eerste houding van de studenten die betrokken zijn bij de wetenschappelijke disciplines is tamelijk positief. De meesten vinden ze niet saai, hoewel een kleine groep een neutrale en negatieve houding heeft aangenomen (36% tegen 64,1% met een positief gevoel). Zij gebruikten wetenschappelijke onderwerpen niet alleen op school of om huiswerk te maken.

Het feit dat wetenschappelijke onderwerpen ook buiten de school worden gebruikt, verandert niets aan de houding van de leerlingen ten opzichte van zowel wiskunde als natuurwetenschappen. In feite worden beide onderwerpen als te abstract beschouwd, te ver van de werkelijkheid. 21,5% van de leerlingen is het er "zeer mee eens" of "mee eens" dat wiskunde te abstract is en 24,2% vindt de exacte vakken te abstract, ook al worden beide vakken na de schooltijd als belangrijk en relevant beschouwd. Bovendien blijft een hoog percentage studenten in een "neutrale positie" - 35,9% tegenover wiskunde en 28,1% tegenover exacte wetenschappen. Dit komt doordat de verbanden tussen wiskunde en de werkelijkheid niet zo duidelijk naar voren komen tijdens het leerproces en leraren hun leerlingen vaak een al te theoretische benadering bieden, waardoor de indruk ontstaat dat wiskunde abstract is en ver afstaat van het dagelijks leven.

Desondanks ging 66% van de betrokken leerlingen graag naar de lessen wiskunde en natuurwetenschappen, tegenover 18,3% van de respondenten die een neutrale houding aannamen en 15,6% van de respondenten met een negatieve houding tegenover deze vakken.

Uit de gegevens blijkt dat de meeste leerlingen (42,5%) er nooit aan gedacht hebben dat wiskunde en natuurwetenschappen in dit ongewone aspect, "kunst", kunnen worden opgenomen. Bovendien nam een vrij hoog percentage studenten (28,1%) een neutraal standpunt in door te benadrukken hoe moeilijk het is om het verband tussen wiskunde/wetenschappen en kunsten te zien en te begrijpen. Dit wordt ook bevestigd door een hoog percentage (30,1%) van de studenten die een neutraal standpunt innemen ten aanzien van het gebruik van de kunsten bij de studie wiskunde en natuurwetenschappen om de belangstelling voor deze vakken te vergroten.

53,6% van de studenten denkt echter dat het gebruik van de kunsten hun belangstelling voor de studie van deze vakken kan vergroten, zoals blijkt uit de volgende figuur.

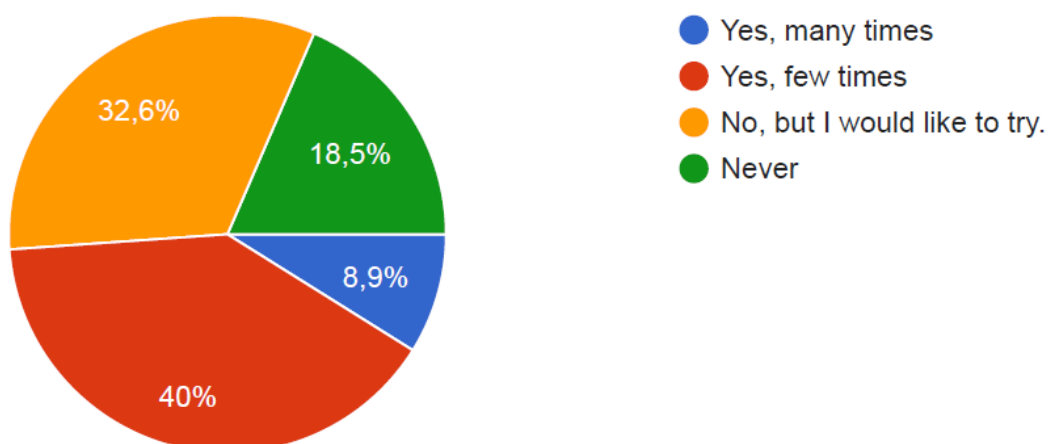


Figuur 14 - De aanvankelijke houding ten opzichte van het gebruik van de kunsten als middel om de belangstelling van de leerlingen voor zowel wiskunde als kunsten te vergroten.

Het plezier heeft een positief effect op de motivatie, bepaalt wat we leren en hoeveel we onthouden. Leren is geen eenmalige gebeurtenis. Het vereist herhaling en toewijding. Als de ervaring leuk is, blijven leerlingen nieuwsgierig en blijven ze terugkomen voor meer en krijgen ze meer zinvolle mogelijkheden om toe te passen wat ze hebben bestudeerd. Als leerkrachten activiteiten gebruiken die het leren boeiend en leuk maken, zijn leerlingen meer bereid om deel te nemen en de uitdagingen aan te gaan. Plezier hebben tijdens het leren helpt leerlingen ook om informatie beter te onthouden omdat het proces plezierig en gedenkwaardig is.

Het potentieel van plezier als motiverend instrument in het leerproces van de leerlingen (82,4%) wordt ook door de leerlingen zelf erkend.

Een ander aspect dat geanalyseerd werd, was de aanvankelijke houding van de studenten ten opzichte van de ontwikkeling van het spelconcept. De meesten van hen (68,6% tegen 31,4%) weten wat het spelconcept is en onder hen blijkt uit de verzamelde resultaten dat 48,9% het al heeft ontwikkeld en ontworpen, terwijl 18,5% het nooit heeft geprobeerd en 32,6% het graag zou willen doen (figuur 15).



Figuur 15 - Frequentie van het ontwerpen/ontwikkelen van het spelconcept door de betrokken studenten

### 3.2 Studenten uitvoering van activiteiten

Het projectwerk van de studenten werd uitgevoerd volgens twee stappen: de eerste stap was gericht op het definiëren van de combinatie tussen kunstwerken en wetenschappelijke onderwerpen en de tweede stap op het ontwerpen en ontwikkelen van een spelconcept op basis van de gevonden combinatie. Aan het einde van hun activiteiten werd van de studenten verwacht dat ze hun projectwerk opstelden volgens het sjabloon dat door het projectteam was voorbereid om hen te helpen bij de ontwikkeling van het spelidee (BIJLAGE 6 - Mini-game Concept Design Template).

De leerkrachten hadden twee suggesties over hoe ze de proeffase met hun leerlingen konden organiseren om een maximum aan flexibiliteit te hebben en vooral om de uit te voeren activiteiten aan te passen als gevolg van de beperkingen van de pandemie.

De eerste suggestie was dat de leerkrachten gebruik konden maken van de leermiddelen die al tijdens de opleidingsfase waren geselecteerd en bestudeerd. In dit geval werd van de leerlingen verwacht dat zij de reeds door het G.A.STEM-team voorbereide voorbeelden van het conceptontwerp van de mini-game zouden wijzigen en omvormen. De tweede mogelijkheid was dat de docenten de reeds geselecteerde kunstwerken alleen als voorbeelden gebruikten om aan hun studenten te laten zien en dat zij daarna hun eigen werken konden kiezen en de onderlinge verbanden tussen kunstwerken en wetenschappelijke onderwerpen konden vaststellen om te proberen een minigame te ontwerpen en de middelen ervan te maken.

In beide gevallen konden de docenten via de webpagina <https://sites.google.com/view/gastem-mini-game> beschikken over alle ontwerpvoorbeelden van minigames die door het projectteam waren voorbereid (figuur 16).

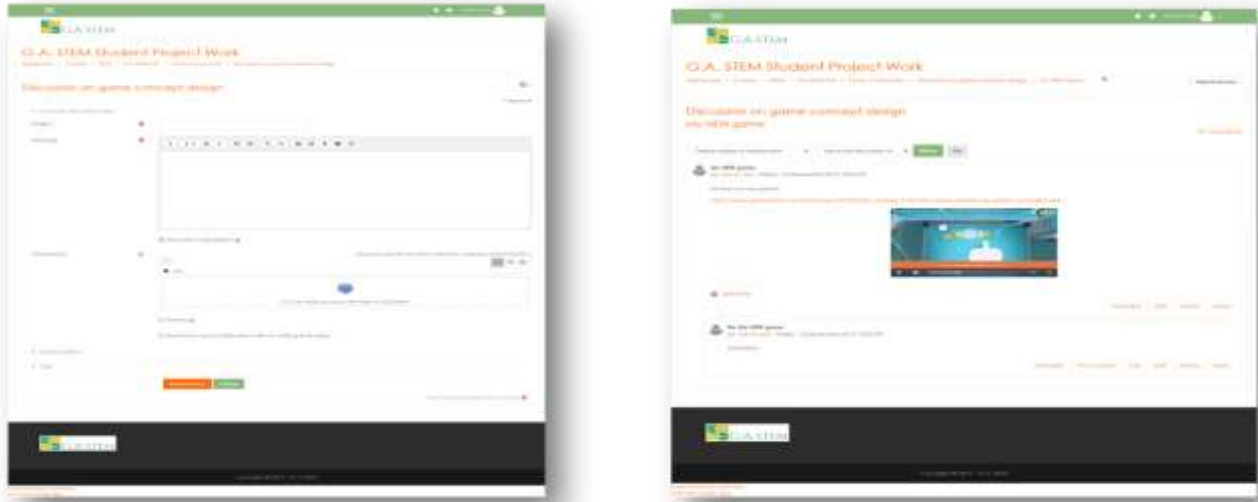


Figuur 16 - Google webpagina met alle ontworpen mini-game conceptvoorbeelden.

De leerlingen konden werken in een groep met andere medeleerlingen of individueel. De meesten van hen (64,1%) gaven er echter de voorkeur aan het projectwerk in kleine groepen uit te voeren, tegenover 35,9% van de deelnemers die er de voorkeur aan gaven individueel te werken. Dit laatste heeft de motivatie voor de voltooiing van de activiteiten verhoogd, omdat

het hen de kans gaf om creatieve ideeën over de ontwikkeling van het spelconcept te delen en te bedenken, en tegelijkertijd de taken te vergemakkelijken.

Toen alle projectwerkstukken klaar waren, hebben sommige leerkrachten ze geüpload in het G.A.STEM-platform in de rubriek "Projectwerk van leerlingen" (afbeelding 17).



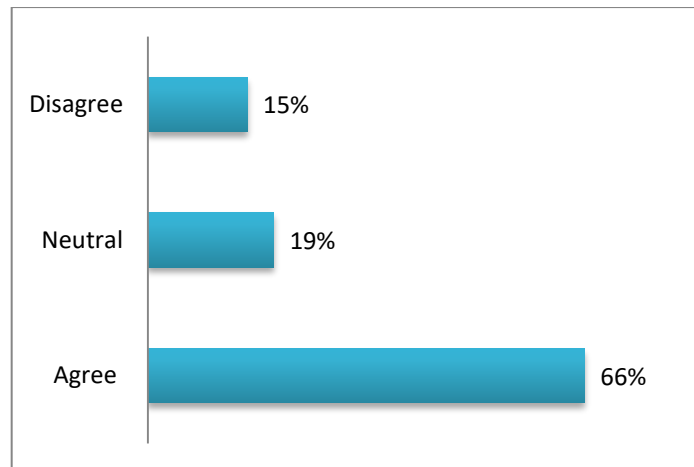
Figuur 17 - G.A.STEM-platform - Deel Projectwerken van studenten.

Bovendien ontvingen alle studenten die hun projectwerk hadden ingeleverd een certificaat voor hun deelname.

### ***3.3 Resultaten van de studenten***

Na de realisatie van het projectwerk werd de betrokken studenten gevraagd de follow-upvragenlijst samen te stellen om gegevens te verzamelen over eventuele veranderingen in hun houding ten opzichte van de combinatie van de wetenschappelijke disciplines en de kunsten en om hun ervaring met het ontwerpen van minigames te evalueren.

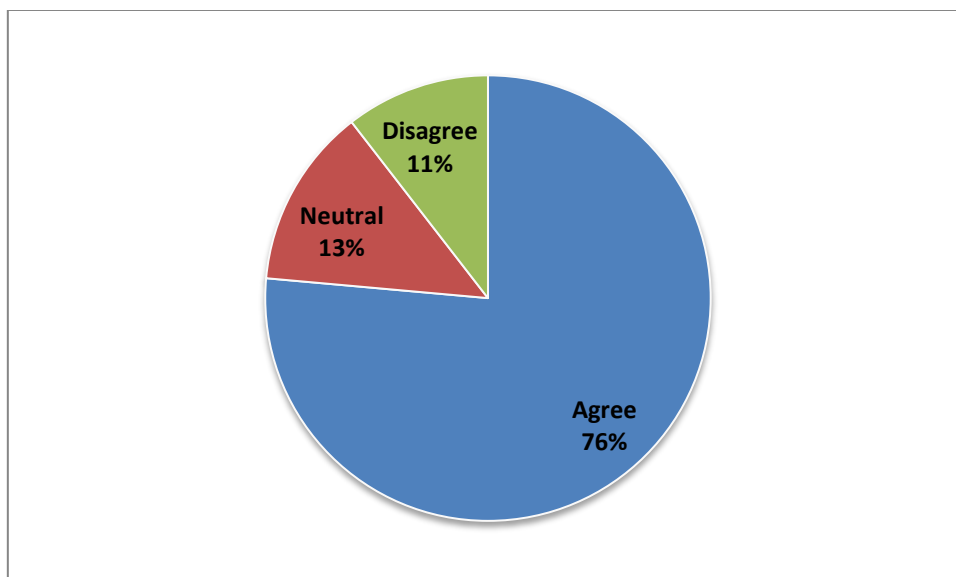
Het gebruik van de kunsten in de wiskunde- en wetenschapstudie hielp de studenten om de reële toepassingen van de bestudeerde concepten waar te nemen en beter te begrijpen, zoals blijkt uit de volgende figuur.



**Figuur 18 - Een beter begrip van de reële toepassing van wiskundige en natuurwetenschappelijke concepten aan de hand van de kunst.**

Uit een vergelijking van de resultaten vóór en na de organisatie van het projectwerk van de leerlingen is gebleken dat het begrip van de reële toepassing van de bestudeerde wiskundige en natuurwetenschappelijke concepten door het gebruik van kunstwerken aanzienlijk is verbeterd (+43,15%). In feite zijn ook de neutrale standpunten dramatisch gedaald (-13%) ten gunste van een beter begrip van de wetenschappelijke concepten die via de kunstwerken worden uitgelegd. Dit werd bevestigd door 64% van de studenten die verklaarden dat de geleerde inhoud concreter en praktischer lijken dan voorheen.

Alle leerlingen hebben de waarde ingezien om origineel te zijn en hun creativiteit te tonen via de ontwikkeling van het conceptidee voor de minigame (figuur 19).

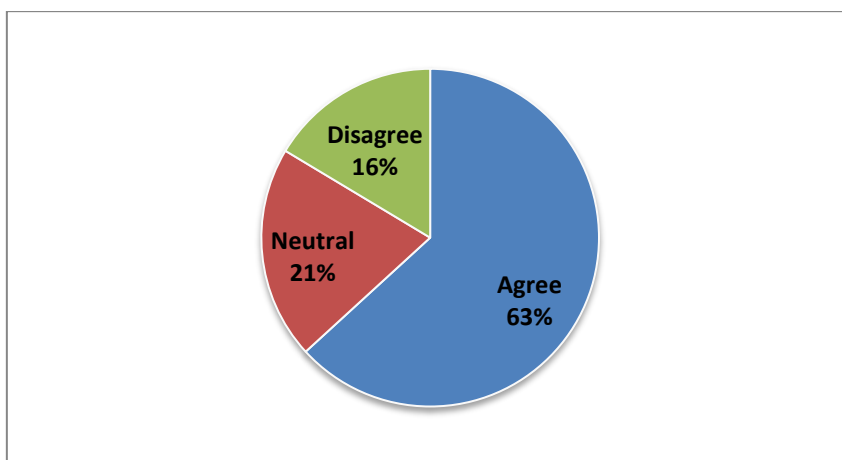


**Figuur 19 - Resultaten met betrekking tot de vraag: "Ik kan mijn creativiteit gebruiken en origineel zijn in de ontwikkeling van het conceptidee voor de mini-game".**

Sommige van hen, met name 11%, hebben echter enige moeilijkheden ondervonden bij de ontwikkeling van hun idee voor een minigame, terwijl 13% van de studenten nog steeds in een neutrale positie verkeert. Desondanks voelen de studenten zich op hun gemak bij het gebruik

van de G.A.STEM methode en instrumenten (77,4% tegen 15,7%). De moeilijkheden die zich in deze fase voordeden, waren vooral te wijten aan de combinatie van de voltooiing van het projectwerk met de beperkingen van de pandemie, met name toen de leerlingen verplicht waren het project in online-modus uit te voeren terwijl hun scholen gesloten waren wegens lock-down of semi-lock-down.

Uit de volgende figuur blijkt dat de motivatie en de belangstelling (63%) van de leerlingen voor wiskunde en wetenschappen zijn toegenomen door het gebruik van de kunstwerken als leermiddelen. Uit een vergelijking van deze gegevens met de oorspronkelijke (ref. figuur 14) blijkt dat zowel de belangstelling als de motivatie in het huidige onderzoek met 12,6% zijn toegenomen en in de neutrale stand met -9,7% zijn afgenomen.



Figuur 20 - Een verhoogde belangstelling voor de studie wiskunde en wetenschappen door het gebruik van "kunstwerken".

Ook op basis van de betrokkenheid van de studenten bij de ontwikkeling van het mini-game idee, tonen de verzamelde gegevens een toename in de belangstelling van de studenten voor wiskunde en wetenschappen (65,4%) die is gegroeid tot +14,8% ten opzichte van de oorspronkelijke gegevens met een overeenkomstige afname in de neutrale positie (-10,5%). Daarom hebben beide hulpmiddelen (kunstwerken en minigames ontwikkelingsidee) een positieve invloed op het leerproces, voornamelijk de interesse en motivatie van de studenten in de wiskunde en wetenschapsstudie. Om preciezer te zijn, het gebruik van het mini-games conceptontwerp heeft een positievere impact (+2,2%). Een van de onderliggende redenen is het feit dat de combinatie tussen de wetenschappelijke vakken en de kunstwerken vaak niet zo evident en onmiddellijk is. Bovendien blijkt uit de enquête dat het gemakkelijker is een concept voor een minigame te bedenken op basis van de bestudeerde wiskundige en natuurwetenschappelijke concepten dan kunstwerken te vinden die daarmee verband houden.

Anderzijds was het maken van een minigame interessanter en grappiger (81,7% tegen 7,9% negatief en 10,5% in neutrale positie). Dit werd bevestigd door de wens om meer te weten te komen over het ontwerp van de minigame (69,9%).



## 5. Goede praktijk bij het projectwerk van studenten

### 5.1 Land: België

<b>School</b>	Sint-Lievenscollege
<b>Land</b>	België
<b>Beschrijving geselecteerde oefening</b>	<p>Het spel moet in groepen worden gespeeld. Het decor is een stukje Belgische architectuur, het Atomium in Brussel. De spelers zullen hun transformaties moeten oefenen waarvoor ze punten zullen verdienen. Met deze punten kunnen ze kisten en andere voorwerpen vrijspelen. De spelers kunnen hun punten en voorwerpen aan elkaar geven, zodat de groep sterker wordt en niet alleen de slimste persoon. Wanneer de spelers zichzelf sterk genoeg achten, kunnen ze een poging wagen om het monster te verslaan dat het Atomium bezet.</p> <p>De bedoeling is om transformaties in het vlak op dit stuk architectuur toe te passen. Je zult problemen moeten oplossen van transformaties in het vlak, in de vaste meetkunde als extra op wat we zien in de vlakke meetkunde. De verschillende transformaties die we gezien hebben zijn spiegeling, rotatie, translatie, spiegeling op een punt en symmetrie. Wanneer je het onder de knie hebt is er een mogelijkheid voor moeilijkere levels. Het is in essentie een multiplayer-, denk- en actiespel.</p>
<b>Beschrijving geselecteerde kunstwerken</b>	<p>Atomium Brussel België Architect: André Waterkeyn en Jean Polak</p> <p>Gebouwd voor de Wereldtentoonstelling van 1958 (Expo 58) in Brussel. Het stelt één atoomijzercel voor, wat een belangrijk element was in die tijd. Het speelde een grote rol in de optimistische kijk op de jaren vijftig in België. Het bestaat uit negen bollen, elk met een diameter van 18 meter. Het is de gekristalliseerde kubusvormige kernstructuur van ijzer, alleen 165 miljard keer zo groot.</p>
<b>Studenten Projectwerk</b>	<p><a href="https://3dwarehouse.sketchup.com/model/68a2be51efafd7a5b3132afb1c62c517/Atomium?hl=nl">https://3dwarehouse.sketchup.com/model/68a2be51efafd7a5b3132afb1c62c517/Atomium?hl=nl</a></p> <p>Deze link is een 3D-model van het Atomium. Elke bol moet een letter krijgen zodat alle transformaties gedaan kunnen worden. Het model kan ook worden uitgebreid tot een moeilijker niveau. (4 modellen kunnen gecombineerd worden)</p> <p>De verschillende transformaties zijn spiegeling, translatie en spiegeling op een punt.</p>
<b>Uitvoering van het project</b>	<p>Het was moeilijk om wiskunde en kunst te koppelen. In het begin wisten we niet hoe we moesten beginnen. Na een paar voorbeelden van hun leraar, wisten de leerlingen wat ze moesten doen. Ze werkten in groepjes van vier personen. Ze begonnen met een brainstormsessie. Welke onderwerpen van wiskunde vinden ze leuk, aan welke kunst kunnen ze dat koppelen. Het meest originele idee gebruikten ze om ons spel te maken.</p> <p>Het was leuk om te doen, ze hebben veel geleerd en bovenal hebben ze kunnen ervaren dat wiskunde in vele facetten te vinden is.</p>

<b>Sterke punten:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Het was geweldig om wiskunde en kunst te koppelen.</li> <li>- Het was supergaaf om te ontdekken dat wiskunde veel meer is dan de theorie die leerlingen in de lessen krijgen. Nu zagen ze alles toegepast in de kunst. Leuke ontdekking.</li> <li>- Bordspellen zijn makkelijk in de klas te maken, eenvoudige spellen met scratch software zijn ook in de klas te doen.</li> </ul>
<b>Zwakke punten:</b>	Uiteindelijk waren de leerlingen niet in staat om het spel zelf te maken. De leerlingen hadden te weinig tijd en misschien weten ze niet genoeg hoe ze moeten beginnen met het maken van spellen. Voor het maken van een spel op de computer zouden ze betere computers nodig hebben, specifieke software en meer instructie van iemand die gespecialiseerd is in het online maken van spellen.

<b>School</b>	Sint-Lievenscollege
<b>Land</b>	België
<b>Beschrijving geselecteerde oefening</b>	De man met de vlag is vermoord!!!! Je moet uitzoeken wie de moordenaar is, door opdrachten uit te voeren over het schilderij (Madonna met kanunnik Joris van der Paele) en wiskunde (ontwikkelingen, oppervlaktes,...). Dit spel is meer interactief en begeleid. Je vindt de moordenaar door gegeven opdrachten in een bepaalde volgorde uit te voeren. Bij een goed antwoord verdien je 10 punten, bij een fout antwoord moet je opnieuw antwoorden tot het goed is, maar verdien je geen punten. Door verder te gaan, ontdek je eerst het wapen dat gebruikt is bij de moord, dan kom je erachter waar het residu is gevonden en zo verder. Je beweegt je er eigenlijk doorheen als een echt moordonderzoek. Het is een beetje cluedo meets math meets subway runner. Want nadat je de dader hebt gevonden, zul je hem moeten achtervolgen door obstakels te overwinnen. Tijdens het rennen kom je langs checkpoints waar je oefeningen moet doen. Deze oefeningen kunnen je bonuskracht of -snelheid geven als je ze goed beantwoordt. Als je ze echter fout beantwoordt, word je langzamer. Je kunt ook munten verzamelen tijdens het rennen. Met deze munten kun je je figuurtje upgraden naar een krachtiger exemplaar. Je blijft rennen en problemen oplossen totdat de dader is gepakt.
<b>Beschrijving geselecteerde kunstwerken</b>	<p>Madonna met kanunnik Joris van der Paele.</p> <p>Schilderij van Jan van Eyck, naast het Lam Gods, zijn grootste olieverfschilderij dat we tot op de dag van vandaag hebben.</p> <p>Dit schilderij is waarschijnlijk een van de eerste schilderijen die een voorbeeld is van de Sacra Conversazione. Een schilderij waarop heiligen en zelfs gewone mensen realistisch zijn geschilderd alsof ze een normaal gesprek voeren. Het schilderij is 141 cm op 176,5 cm groot. Dit schilderij werd door deze Joris van der Paele besteld in 1434 maar was pas klaar in 1436. Dit werk zou een altaarstuk of een epitaaf kunnen zijn geweest.</p>
<b>Studenten Projectwerk</b>	<a href="https://docs.google.com/presentation/d/1yMd_6bhFWZgQhpamd8qT_uKt4meVMDu0/edit#slide=id.p2">https://docs.google.com/presentation/d/1yMd_6bhFWZgQhpamd8qT_uKt4meVMDu0/edit#slide=id.p2</a>

<b>Uitvoering van het project</b>	Het was moeilijk om wiskunde en kunst te koppelen. In het begin wisten we niet hoe we moesten beginnen. Na een paar voorbeelden van hun leraar, wisten de leerlingen wat ze moesten doen. Ze werkten in groepjes van vier personen. Ze begonnen met een brainstormsessie. Welke onderwerpen van wiskunde vinden ze leuk, aan welke kunst kunnen ze dat koppelen. Het meest originele idee gebruikten ze om ons spel te maken. Het was leuk om te doen, ze hebben veel geleerd en bovenal hebben ze kunnen ervaren dat wiskunde in vele facetten te vinden is.
<b>Sterke punten:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Het was geweldig om wiskunde en kunst te koppelen.</li> <li>- Het was supergaaf om te ontdekken dat wiskunde veel meer is dan de theorie die leerlingen in de lessen krijgen. Nu zagen ze alles toegepast in de kunst. Leuke ontdekking.</li> <li>- Bordspellen zijn makkelijk in de klas te maken, eenvoudige spellen met scratch software zijn ook in de klas te doen</li> </ul>
<b>Zwakke punten:</b>	Uiteindelijk waren de leerlingen niet in staat om het spel zelf te maken. De leerlingen hadden te weinig tijd en misschien wisten ze niet genoeg om met het maken van spellen te beginnen. Voor het daadwerkelijk maken van een spel op de computer zouden ze betere computers nodig hebben, specifieke software en meer instructie van iemand die gespecialiseerd is in het online maken van spellen.

## 5.2 Land: Finland

<b>School</b>	Rieskalahteen Koulu
<b>Land</b>	Finland
<b>Beschrijving geselecteerde oefening</b>	<p>Groot spel: The Game is een overlevingsevolutiespel. Studenten planden een spel met het idee om van een dier naar een ander dier te evolueren door andere dieren op te eten. De opdrachten zijn een combinatie van kunst en biologie.</p> <p>Groot spel: The Game is een spelconcept gemaakt gedurende één week door drie 15-jarige studenten.</p>
<b>Beschrijving geselecteerde kunstwerken</b>	Studenten hebben verschillende dierfiguren als kunstwerk opgehaald. De spelers moeten kiezen uit twee paden van zes evoluerende dieren.
<b>Studenten Projectwerk</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Het idee van het spel is om van een dier naar een ander dier te evolueren door andere dieren te eten</li> <li>• Bijvoorbeeld. Als ik een nerts ben moet ik voedsel eten tot ik 100 ervaringspunten heb.</li> <li>• Als ik genoeg voedsel heb gegeten voor een level omhoog, evolueer ik naar wasbeerhond. Als ik een wasbeerhond ben moet ik nertsen eten, andere wasbeerhonden, en voedsel voor het volgende level.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Er zijn twee evolueer paden aan het begin van het Big spel: Het spel</li> <li>• Konijn -&gt; Bever -&gt; Ree -&gt; Hert -&gt; Wild zwijn -&gt; Eland</li> <li>• Nerts -&gt; Wasbeerhond -&gt; Vos -&gt; Lynx -&gt; Wolf -&gt; BEREN.</li> <li>• De uitdaging is om aan de top van de voedselketen te komen en zoveel mogelijk punten te halen.</li> <li>• Het genre is overlevingsevolutie.</li> <li>• Gemaakt voor 7-15 jarigen.</li> <li>• Computer/mobiel spel.</li> <li>• De kaart is een bos.</li> <li>• Het spel leert de cyclus van het leven.</li> </ul>
<b>Uitvoering van het project</b>	Studenten waren enthousiast over hun eigen spelidee. De leerlingen klaagden dat het tijd kostte om te begrijpen waar het om ging. Ze werkten individueel en in kleine groepjes.
<b>Sterke punten:</b>	Er kwamen veel goede spelideeën van studenten en ze slaagden erin overeenstemming te bereiken over wat voor soort spel ze wilden doen. Een paar weken later vroegen veel studenten of we weer een spelplanningssessie konden houden. Er zijn verschillende studenten die actiever zijn en meer ontvangen, wanneer we workshops gebruiken zoals het plannen van spellen.
<b>Zwakke punten:</b>	De studenten hadden niet genoeg tijd om hun spel af te maken. Tijdens de sessie kwamen verschillende grote uitdagingen naar voren. Leerlingen hadden problemen met het kiezen van het niveau van hun spel. Moesten ze een eenvoudig spel plannen dat ze goed zouden kunnen afwerken of een zeer interessant spel plannen met alleen een goed idee. De meesten van hen besteedden de hele tijd aan het plannen van het goede idee. Het combineren van het spel, kunst en stam was moeilijk.

<b>School</b>	Rieskalahteen Koulu
<b>Country</b>	Finland
<b>Beschrijving geselecteerde oefening</b>	<p>Castle crush is een avontuur in het kasteel. Leerlingen planden een spel waarin de speler enkele taken moet oplossen om te overleven en uit het kasteel te ontsnappen. De opdrachten waren een combinatie van kunst en wiskunde.</p> <p>Castle Crash is een spelconcept dat gedurende één week door drie 13-jarige studenten is gemaakt.</p>
<b>Beschrijving geselecteerde kunstwerken</b>	<p>Leerlingen hebben verschillende kunstwerken opgehaald en ze in opdrachten opgenomen. De speler moet wiskundige problemen oplossen die verband houden met de kunstwerken.</p> <p>Ze werkten individueel en in kleine groepjes.</p>
<b>Studenten Projectwerk</b>	Het projectwerk van de studenten is weergegeven in de volgende conceptuele kaart:

<b>Uitvoering van het project</b>	<p>De leerlingen waren enthousiast over hun spel en ze zouden hun werk af hebben als we genoeg tijd hadden gehad om het spel uit te voeren.</p>
<b>Sterke punten:</b>	<p>Er kwamen veel goede spelideeën van leerlingen en ze slaagden erin overeenstemming te bereiken over wat voor soort spel ze wilden doen. Het spelidee was klaar om uit te voeren en de leerlingen konden het eigenlijke spel met Scratch maken.</p>
<b>Zwakke punten:</b>	<p>De leerlingen hadden niet genoeg tijd om hun spel af te maken. Twee grote uitdagingen kwamen naar voren in hun spelidee. Hoe wiskundige problemen te vinden die kunst combineren en hoe de juiste moeilijkheidsgraad te krijgen. Hun spelidee was goed, maar we hadden niet genoeg tijd om het uit te voeren vanwege het zeer uitzonderlijke schooljaar als gevolg van covid19.</p>

### 5.3 Land: Italië

<b>School</b>	<p>IIS "Marconi-Guarasci" of Rogliano (Cs) Class II C Liceo Scientifico Scienze Applicate</p>
<b>Land</b>	<p>Italië</p>
<b>Beschrijving geselecteerde oefening</b>	<p>Oprichting van een interdisciplinaire leereenheid over gokken overeenkomstig de doelstellingen van het PTOF met betrekking tot de verwerving van digitale vaardigheden en burgerschap.</p>
<b>Beschrijving geselecteerde kunstwerken</b>	<p>De geobserveerde en bestudeerde kunstwerken werden door de studenten gevonden op het internet tijdens een onderzoek over gokken. In het bijzonder stonden we stil bij "de valspelers van Caravaggio", "de kaartspelers van Paul Cézanne" en Nefertari die senet speelt.</p> <p>Het door de leerlingen geproduceerde materiaal is opgenomen in het volgende bestand:  <a href="https://drive.google.com/file/d/1dQsK2fhw42tx5NYtKam8aGqnKuySHisC/view">https://drive.google.com/file/d/1dQsK2fhw42tx5NYtKam8aGqnKuySHisC/view</a></p>
<b>Students Project</b>	<p>Er is een videospel geïmplementeerd met Scratch "het spel van 11" waarbij de uitvoerder altijd wint, wat bewijst dat niet alle spellen eerlijk zijn en de activiteit werd gemeld voor Codeweek. HTTP: // www</p>

<b>Work</b>	.codeweek.it / codeweek-2020 / 1. <a href="https://scratch.mit.edu/projects/432267844">https://scratch.mit.edu/projects/432267844</a> 2. <a href="https://scratch.mit.edu/projects/433767326">https://scratch.mit.edu/projects/433767326</a> Videobeschrijving: <a href="https://www.youtube.com/watch?app=desktop&amp;feature=youtu.be&amp;v=m6bXNbpQ4wQ">https://www.youtube.com/watch?app=desktop&amp;feature=youtu.be&amp;v=m6bXNbpQ4wQ</a>
<b>Uitvoering van het project</b>	De activiteit werd parallel uitgevoerd in twee klassen (I en II C van de hogeschool voor toegepaste wetenschappen) als welkomstactiviteit bij het begin van het schooljaar 2020/2021. Beide klassen werkten in groepjes van 3-4 leden zowel in aanwezigheid als op afstand en bleken gemotiveerd en geïnteresseerd in de multidisciplinaire aanpak.
<b>Sterke punten:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- De mogelijkheid om een niet-scholastisch onderwerp te bestuderen, het vanuit verschillende invalshoeken te ontwikkelen en wegen en verbanden tussen disciplines te verkennen.</li> <li>- Het maken van een minigame was een nuttig moment om het probleemoplossend vermogen te ontwikkelen en oplossingsstrategieën te ontdekken.</li> <li>- De uitwisseling tussen medeleerlingen en met de leerkracht, de workshopbenadering en de vrijheid van handelen werden bijzonder geapprecieerd door de leerlingen.</li> <li>- In alle fasen konden ze hun vaardigheden om in een team te werken ontwikkelen door hun sociale vaardigheden en hun Engelse taalvaardigheid te verbeteren.</li> </ul>
<b>Zwakke punten:</b>	Wegens de pandemie konden de leerlingen tijdens de activiteit niet in het computerlokaal werken, in overeenstemming met de anti-covidale schoolregels. De klassen gebruikten het digibord, maakten de groepen aan en discussieerden. Het groepswork werd thuis gedaan met hun apparaten en in gedeelde modus.

<b>School</b>	Liceo Scientifico Galileo Galilei - Perugia
<b>Land</b>	Italië
<b>Beschrijving geselecteerde oefening</b>	De inhoud van dit spel is volledig curriculaire, behorend tot de eerste twee jaar van de wetenschappelijke middelbare schoolleeftijd van leerlingen tussen 14-16 jaar. Kunst: Het Pantheon, zijn geschiedenis, architectonische beschrijving, plattegrond, oude Rome kunst keizerlijk, de interpretatie ervan. Latijn: Plinio de Oudere - enkele uittreksels uit Historia Naturalis Wetenschappen: Klassieke Astronomie, de hemelbol en zijn fundamentele elementen (hemelevenaar, wereldas, hemelmeridiaan, coluro, wereldas, zenit, nadir, eerste verticaal, ecliptica, gammapunt en omega), Ptolemaeïsche theorie, schijnbare beweging van de zon; de bewegingen van de aarde, Rotatie en Revolutie, beproevingen en gevolgen; breedtegraad, lengtegraad. Moderne astronomie: het heelal en de theorieën over het ontstaan ervan, 380.000 jaar na de oerknal, de overgang van een ondoorzichtig naar een doorzichtig heelal, de geboorte van sterren, sterrenstelsels, de straling van de bodem. Natuurkunde: Elementaire Deeltjes Chemie: het atoom, de eerste 28 elementen van het periodiek systeem,

	<p>de belangrijkste kenmerken, de vaste stof.</p> <p>Geologie: de silicaten, de chemische classificatie van de mineralen; de classificatie van het gesteente in magmatisch, sedimentair en metamorfisch; de opleidingsmilieus.</p> <p>Vlakke meetkunde: de regelmatige vlakke figuren, rechthoek, vierkant, cirkel, driehoek.</p> <p>Wiskunde: verhoudingen, oppervlakteberekening, Fibonaccireeks, de gulden snede.</p> <p>Codering: bouwen van een spel met Scratch.</p>
<b>Beschrijving geselecteerde kunstwerken</b>	<p>Het Pantheon in Rome is tegenwoordig een katholieke kerk, de Basiliek van Santa Maria ad Martyres, maar zijn oorsprong gaat terug tot de periode van het oude Rome, het was precies een tempel die door Marco Agrippa werd gewild, tijdens het bewind van Augustus (27 v. Chr. - 14 n. Chr.). Na een brand liet keizer Hadrianus het herbouwen, waarbij hij de oorspronkelijke structuur wijzigde, maar hij verkoos de oude inscriptie van Agrippa te behouden.</p> <p>Het gebouw is cilindervormig met een portiek van grote Korinthische zuilen in graniet (Een rechthoekige vestibule verbindt de portiek met de rotonde, die zich onder een gekoofde betonnen koepel bevindt, met een centrale opening (oculus) naar de hemel. van het oog en de diameter van de binnenste cirkel zijn gelijk, 43 meter (142 voet), dat is 12 keer de zijde van het grotere vierkant in de vloer. De grote ronde koepel van het Pantheon stelt de hemelbol voor, de kroonlijst komt overeen met de hemelevenaar, het licht, dat uit de nis filtert, tekent de architectonische elementen van de tempel, in het bijzonder de vloer 8 grote, kleine en cirkelvormige vierkanten, die het element en de constructieve sleutel van de hele tempel en van het te creëren spel worden.</p> <p>De mineralen en rotsen die de vloer vormen, de posities van het licht dat op verschillende tijdstippen van het jaar door de oculus valt en dat de architectonische elementen van de tempel beschrijft, het Ptolemeïsche model van het heelal, de schijnbare beweging van de zon.</p>
<b>Students Project Work</b>	<p>Het verhaal van het spel.</p> <p>Een jongen ontmoet de bewaarder van het Pantheon die hem de geschiedenis van het gebouw begint te vertellen, de jongen zal de vloer van het Pantheon moeten bouwen door er telkens grote en kleine vierkanten en de cirkel in te voegen. Telkens zal hij vragen moeten beantwoorden, ingedeeld naar onderwerp en moeilijkheidsgraad.</p> <p>Het doel is het derde niveau te bereiken en dan in het midden van de verdieping uit te komen, waardoor een reis door de tijd mogelijk wordt; de hoofdpersoon zal zich in een ander monument van een ander tijdperk bevinden, maar met dezelfde constructieve bedoelingen, waardoor het spel voor de volgende jaren open wordt.</p>
<b>Uitvoering van het project</b>	<p>De studenten werden verdeeld in 14 groepen van elk twee studenten. Elke groep had zeer specifieke taken van onderzoek, validatie en constructie van een product dat zowel verband hield met het spel als met de studie van de onderwijsthema's. Er werd een spel gecreëerd, het verhaal, het doel en de regels met behulp van Scratch.</p>
<b>Sterke punten:</b>	<p>Betrokkenheid en motivatie om te leren, plezier te hebben in het leren en een eindproduct te maken.</p>
<b>Zwakke punten:</b>	<p>De tijd voor de realisatie van het product moet goed worden gedefinieerd en gedeeld met de collega's van de klas, dit is niet altijd mogelijk</p>

	geweest, bovendien heeft COVID-19 alles moeilijker gemaakt, in feite is veel werk op slot gedaan.
--	---

#### 5.4 Land: Griekenland

<b>School</b>	Evangelika Model High School of Smyrna <a href="http://lyk-evsch-n-smyrn.att.sch.gr/wordpress/?p=1322">http://lyk-evsch-n-smyrn.att.sch.gr/wordpress/?p=1322</a>
<b>Land</b>	Griekenland
<b>Beschrijving geselecteerde oefening</b>	De leerlingen werd gevraagd meetkundige problemen te schrijven en op te lossen op basis van de voorwerpen van materiële cultuur die zij hadden gekozen. In het bijzonder probeerden zij meetkundige problemen te formuleren en op te lossen aan de hand van de kunstvoorwerpen, gebaseerd op stellingen en stellingen over de eigenschappen van de vierhoeken.
<b>Beschrijving geselecteerde kunstwerken</b>	Cultureel erfgoed is een fundamenteel onderdeel van elk land, omdat het alle waarden van verleden tot toekomst omvat. Met andere woorden, het is een schat door de jaren heen. Wetenschap, technologie, engineering en wiskunde (STEM) zijn in veel vakken in het curriculum opgenomen. STEM-docenten zouden Europeana-collecties kunnen gebruiken voor educatieve doeleinden in de STEM-klas. Er wordt vooral een casestudy geanalyseerd van het onderwijzen en leren van geometrische concepten op basis van objecten uit de collecties van het digitale culturele erfgoed van Europeana ( <a href="https://www.europeana.eu/en/collections">https://www.europeana.eu/en/collections</a> ). <a href="https://drive.google.com/drive/folders/1V1d5O2JSCUxX1GIAPVAGhTmS3i_RSTY3">https://drive.google.com/drive/folders/1V1d5O2JSCUxX1GIAPVAGhTmS3i_RSTY3</a>
<b>Studenten hun projectwerk</b>	<a href="https://scratch.mit.edu/projects/465591328">https://scratch.mit.edu/projects/465591328</a> <a href="https://scratch.mit.edu/projects/466538448">https://scratch.mit.edu/projects/466538448</a> <a href="https://scratch.mit.edu/projects/467237974">https://scratch.mit.edu/projects/467237974</a>



<p><b>Uitvoering van het project</b></p>	<p>1e fase-voorbereiding: Studenten werd gevraagd om de collectie van het digitale culturele erfgoed van het Europeana-project te verkennen (in de Griekse versie).</p> <p>Tijdens de online bijeenkomst (duur 2 uur) werden de alternatieve manieren van gebruik van de digitale collectie die door het Europeana-project wordt aangeboden, aan de hand van specifieke voorbeelden voorgesteld.</p> <p>De studenten werd gevraagd geometrische problemen te schrijven en op te lossen op basis van de voorwerpen van materiële cultuur die zij hadden gekozen.</p> <p>Bovenstaande problemen zijn geselecteerd als kenmerkende voorbeelden van de kwalitatieve analyse van de projecten van de leerlingen waarin zij</p> <p>De eigenschappen van de vierhoeken onderzoeken, analyseren en rechtvaardigen door de kritische beoordeling van visuele voorstellingen/kunstvoorwerpen.</p> <p>De ervaring en bestaande kennis gebruiken voor het formuleren en oplossen van meetkundige problemen op de kunstvoorwerpen, gebaseerd op de stellingen en proposities van de eigenschappen van de vierhoeken.</p>
<p><b>Sterke punten:</b></p>	<p>Het cultiveren van een geest van onderzoek, het bevorderen van neigingen, het versterken van interesses, het leren organiseren van strategieën en methoden om problematische situaties op te lossen, het vermogen om materiaal te selecteren en samen te stellen, het ontwikkelen van samenwerking en het aangaan van een constructieve en vruchtbare dialoog tussen studenten behoren tot de educatieve doelstellingen van het leerplan voor alle studenten, ongeacht hun prestaties.</p>
<p><b>Zwakke punten:</b></p>	<p>Scholen sloten en afstandsonderwijs bood geen ondersteuning voor innovatieve benaderingen en methodologieën.</p>

## 5. Aanbevelingen en toekomstige verbetering

Op basis van de verkregen kwalitatieve en kwantitatieve gegevens en de voorbeelden van de door de betrokken studenten gerealiseerde projectwerken, geven de G.A.STEM-methodologie en -instrumenten blijk van hun innovatie en doeltreffendheid. Hun bruikbaarheid wordt erkend door de docenten die bij de ervaring betrokken waren. De voorgestelde methodologie zou echter verder moeten worden uitgebreid en aangepast met concepten uit andere wetenschappelijke disciplines (bv. biologie, scheikunde, enz.).

Bovendien impliceert de reproduceerbaarheid van de ervaring dat de leerkrachten een goede voorbereiding moeten krijgen om zowel de G.A.STEM-methodologie als de instrumenten te beheren en te gebruiken. Dit is een zeer belangrijk element, omdat het vinden van het verband tussen wetenschappelijke vakken en kunst niet zo gemakkelijk is, vooral voor jonge leerlingen. De leerlingen, die deze moeilijkheden ondervinden, konden hun taak voltooien dankzij de steun van de leraren en de oriëntatie door middel van de praktische voorbeelden die door het projectteam waren ontwikkeld.

Uit de vergelijking van de gegevens van voor en na de organisatie van het projectwerk van de leerlingen blijkt een aanzienlijke verbetering (+43,15%) van het begrip van de reële toepassing van de bestudeerde wiskundige en natuurwetenschappelijke concepten door het gebruik van de kunst. Dit heeft ook de studenten beïnvloed die voor het begin van de activiteiten een neutrale houding aannamen, waardoor ze nu positieve feedback geven.

De motivatie en interesse in de wiskunde- en wetenschapsstudie door het gebruik van kunstwerken als leermiddelen werden vergroot. De resultaten tonen een toename aan van 12,6% in zowel interesse als motivatie in de huidige studies, met een afname van -9,7% in de neutrale positie.

Zowel het gebruik van de kunst als het mini-game conceptontwerp beïnvloeden het leerproces positief, voornamelijk de interesse en motivatie van de studenten in de wiskunde en wetenschapsstudie, niettegenstaande een verwaarloosbaar verschil (+2,2%) tussen het gebruik van het mini-game conceptontwerp en het gebruik van de "kunstwerken".

Volgens de feedback en waarnemingen van de docenten hebben de G.A.STEM-methodologie en -instrumenten ook zowel verticale als horizontale vaardigheden ondersteund die nuttig zijn voor sociale integratie en toekomstige beroepsloopbanen. De leerlingen hebben met name in groepen en individueel gewerkt door sociale en communicatievaardigheden te bevorderen. Bovendien hebben de leerlingen, door deel te nemen aan brainstorming-sessies over de formulering van hun spelconcept waarin wetenschappelijke onderwerpen en kunst worden gecombineerd, probleemoplossende vaardigheden en hun creativiteit ontwikkeld, zoals een docent verklaarde: "Het cultiveren van een geest van onderzoek, het bevorderen van neigingen, het versterken van interesses, het leren organiseren van strategieën en methoden om

problematische situaties op te lossen, het vermogen om materiaal te selecteren en samen te stellen, het ontwikkelen van samenwerking en het aangaan van een constructieve en vruchtbare dialoog tussen studenten behoren tot de educatieve doelstellingen van het leerplan voor alle leerlingen, ongeacht hun prestaties".

Wat de beroepsvaardigheden betreft, konden zij hun digitale vaardigheden verbeteren terwijl zij het idee van hun spel probeerden te realiseren door voornamelijk Scratch te gebruiken voor codering.

De ervaring werd gezien als een kans om meer te weten te komen over hun eigen cultureel erfgoed, bijvoorbeeld door gebruik te maken van een platform als Europeana.

Jammer genoeg konden de leerlingen, door de pandemische beperkingen, niet al hun mogelijkheden en de kansen die de methode bood, benutten. In feite heeft de onmogelijkheid om de informaticalaboratoria te gebruiken of om hun ervaringen face-to-face te delen, alle fasen van de projectwerkproductie beïnvloed. Dit heeft problemen veroorzaakt voor zowel het beheer van de online afronding van hun projectwerk als de tijd die nodig is voor de produktrealisatie, die goed moet worden gedefinieerd en gedeeld met collega's.

Een van de belangrijkste beperkingen, die door de toepassing van de methode werd onderstreept, was dat niet alle docenten zijn voorbestemd om op een multidisciplinaire en interdisciplinaire manier te werken. Waar het mogelijk was, konden de studenten en de docenten de activiteiten beter organiseren, ondanks de beperkingen van de COVID-19 situatie die de studenten in de meeste gevallen verplichtten online te werken.

In dit verband zijn verschillende initiatieven genomen om de verspreiding en verbetering van de G.A. STEM-methodologie en -instrumenten te verbeteren.

Ten eerste zullen nieuwe voorbeelden waarbij kunst en wetenschap worden gecombineerd, in het G.A.STEM-platform worden geüpload. Ten tweede zal de lerarenopleiding "Kunst en minigames" nog steeds beschikbaar zijn in het G.A.STEM-platform om nieuwe leraren de opleiding te geven. Ten derde zal de opleiding open blijven op het School Education Gateway-platform. Ondanks de pandemische beperkingen zal dit het mogelijk maken om zowel reeds geregistreerde leerkrachten, die problemen hadden om de realisatie van het projectwerk van de leerlingen in online modaliteit te beheren, als nieuwkomers te bereiken (figuur 21).

The screenshot shows the School Education Gateway website. At the top, there is an Erasmus+ logo and navigation links for 'About', 'Support', and 'Eng'. The main header features the 'School Education Gateway' logo and the tagline 'Europe's online platform for school education'. Below this is a navigation bar with links for 'LATEST', 'VIEWPOINTS', 'RESOURCES', 'ERASMUS+ OPPORTUNITIES', and 'TEACHER ACADEMY'. The breadcrumb trail reads 'Home > Teacher Academy > Course catalogue > Course detail'. The main heading is 'ART and Mini-Games'. The course 'G.A.STEM' is listed with a 5-star rating and an 'Add to favourites' button. The course 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.'

Figuur 21 - G.A.STEM-opleiding gepubliceerd op School Education Gateway-platform

Tenslotte zullen G.A.STEM-activiteiten worden geïntegreerd met andere technologieën. In Italië bijvoorbeeld heeft het Instituut Liceo Scientifico Galileo Galilei - Perugia, gezien de mate van betrokkenheid van de studenten bij de G.A.STEM-methodologie, hen ertoe gebracht ook een bordspel te creëren met gebruikmaking van CoSpace, met als doel 3D-instrumenten te bouwen met gebruikmaking van codering op blokbasis of geavanceerde scripting, waarbij hun creaties in het volgende schooljaar kunnen worden verkend in virtuele realiteit of augmented reality. Dit zal het innovatieproces in onderwijsmethoden versterken waarbij de leerlingen centraal staan in hun leerproces, in een holistische visie, door een combinatie van onderzoek, verificatie van bronnen en probleemgestuurd leren.

## Referenties

- Anichini, G., et al. (2002). "Matematica 2001. Materiali per un nuovo curriculum 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 9<sup>th</sup> 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 12<sup>th</sup> annual International Conference of Education, Research and Innovation (ICERI2019), Seville, Spain, 2019.

## ANNEX 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!*

## ANNEX 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. \*

Strongly disagree      1      2      3      4      5      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						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!*

## ANNEX 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

---







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!*

## ANNEX 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 \_\_\_\_\_

**ANNEX 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

THANK YOU FOR YOUR ATTENTION!

