



Co-funded by
the European Union



Financé par l'Union européenne. Les points de vue et opinions exprimés n'engagent toutefois que leurs auteurs et ne reflètent pas nécessairement ceux de l'Union européenne ou de l'Agence exécutive européenne pour l'éducation et la culture (EACEA). Ni l'Union européenne ni l'EACEA ne peuvent en être tenus responsables.

STEAME ACADEMY PLAN D'APPRENTISSAGE ET DE CRÉATIVITÉ POUR LA FACILITATION DE L'ENSEIGNEMENT (PLAN L&C) - ÉLÈVES ENSEIGNANTS DE NIVEAU 2 : L'harmonie – la beauté des mathématiques

S

T

Eng

A

M

Ent



1. Vue d'ensemble

Titre	L'harmonie – la beauté des mathématiques. Les mathématiques dans les arts et la nature.			
Question ou sujet moteur	<i>Comment l'harmonie est-elle définie en mathématiques et dans les arts (arts visuels et musique) ?</i> <i>Comment les concepts mathématiques fonctionnent-ils au cœur de ce que nous trouvons agréable à l'œil et à l'oreille ? Qu'est-ce que le nombre d'or (« la proportion divine », « la proportion de la beauté ») et où peut-on le trouver dans les formes des organismes vivants, les peintures, les sculptures et les bâtiments ? Les mathématiques sont-elles le langage de la nature ?</i>			
Âges, grades, ...	14-15 ans	8-9 années		
Durée, chronologie, activités	18 leçons	18 cours d'une durée de 40 min.	1 ou 2 cours par semaine pendant 9 à 18 semaines consécutives	
Alignement du programme d'études	Mathématiques, Art (arts visuels, musique), Biologie, Informatique (Design graphique) Apprendre les bases mathématiques de la théorie de l'harmonie – de l'école de Pythagore, des solides platoniciens et de la définition géométrique du nombre d'or par Euclide, en passant par les contributions de célèbres mathématiciens européens comme Leonardo Fibonacci, François Lucas, Luca Pacioli, Jacques Binet, Jacob Bernoulli, Johannes Kepler et d'autres aux généralisations plus récentes du nombre d'or appelées moyens métalliques par Vera W. de Spinadel. Apprendre comment ces concepts mathématiques fondamentaux se retrouvent dans les œuvres d'art, le design et l'architecture, le cosmos et la nature vivante. L'importance des mathématiques comme moyen ultime de			

<p>Contributeurs, Partenaires</p> <p>Résumé - Synopsis</p>	<p>comprendre et de façonner le monde qui nous entoure.</p> <p><i>Galeries d'art, Musées d'histoire, Studio de design graphique</i></p> <p><i>Dans un premier temps, les élèves sont dispensés par un professeur de mathématiques qui les initie à la définition mathématique de l'harmonie et à ses aspects géométriques. Le professeur de mathématiques suit l'évolution historique du concept d'harmonie, expliquant et soulignant ses liens étroits avec les arts et l'étude de l'univers et de la nature vivante. Tout d'abord, les élèves apprennent le nombre d'or, sa définition géométrique et le fait qu'il s'agit de la racine positive d'une certaine équation carrée. Ensuite, les élèves découvrent certaines généralisations du nombre d'or – la section d'argent et d'autres moyens métalliques, comment ils peuvent également être définis comme des racines d'équations carrées et leur lien avec des polygones réguliers. Ils apprennent également les liens entre ces nombres irrationnels et des séries de nombres célèbres, comme les nombres de Fibonacci, de Lucas et de Pell. Les étudiants résolvent des problèmes géométriques et algébriques impliquant la section d'or et d'autres sections.</i></p> <p><i>Un professeur de biologie explique aux élèves où se trouvent le nombre d'or et la spirale de Fibonacci (spirale logarithmique dont le nombre d'or est le facteur de croissance, c'est-à-dire la spirale de croissance) dans diverses formes d'organismes vivants.</i></p> <p><i>Le professeur d'art (arts visuels, de préférence avec une expérience en graphisme ou en conception de logos) initie les élèves au concept d'harmonie dans les arts, aux œuvres célèbres de peintres (par exemple Léonard de Vinci, Salvador Dalí) et de sculpteurs (par exemple Phidias), aux artefacts et aux bâtiments de l'Antiquité à l'époque moderne qui sont basés sur le nombre d'or ou le nombre d'argent.</i></p> <p><i>Un professeur d'informatique ou le professeur d'art présente aux élèves certaines fonctions de base des logiciels informatiques qui peuvent être utilisés pour la conception de graphiques et de logos, comme Adobe Photoshop, Illustrator, Corel Draw, Wix Logo Maker, Canva, Adobe Express, Ucraft, GIMP ou autres.</i></p> <p><i>(Facultatif) Un professeur de musique explique aux élèves comment le concept d'harmonie en musique est basé sur le même principe qu'en mathématiques – des idées qui remontent à l'école de Pythagore sur les séries harmoniques, les intervalles musicaux et les distances musicales qui sonnent agréables à l'oreille humaine.</i></p> <p><i>Les élèves peuvent naviguer sur Internet et/ou visiter des galeries d'art et des musées avec le professeur de mathématiques et d'art pour regarder diverses œuvres d'art et discuter du nombre d'or et d'autres relations d'harmonie qui y</i></p>
--	---

sont présentées.

Ensuite, avec l'aide de la direction de l'école, une rencontre avec un graphiste professionnel est organisée. Le graphiste explique également aux élèves comment utiliser un logiciel pour concevoir un logo simple ou une œuvre d'art numérique simple et comment intégrer les concepts d'harmonie pour le rendre plus esthétique. Le designer présente aux élèves certaines de leurs œuvres d'art ou d'œuvres d'autres designers qu'il trouve belles et inspirantes en expliquant comment ils utilisent le nombre d'or (harmonie).

À l'étape suivante, les élèves assistés du professeur d'art (ou d'informatique) et du graphiste développent leur propre projet de conception de logo (pour une marque réelle ou imaginaire au choix de l'élève) ou d'œuvre d'art numérique liée au nombre d'or ou à d'autres moyens métalliques. Pour s'inspirer, ils peuvent utiliser des formes naturelles comme l'enseigne le professeur de biologie et naviguer sur Internet (Google ou des sites Web comme Pinterest) pour regarder des dessins numériques. Les élèves peuvent d'abord esquisser leurs dessins avec des crayons sur papier, en discuter avec le professeur d'art, puis procéder à leur dessin avec le logiciel de conception graphique ou de logo choisi par l'enseignant en informatique et le graphiste.

À l'étape finale, les œuvres des élèves peuvent être imprimées et présentées dans une exposition de l'école et discutées entre eux. Chaque élève peut expliquer aux enseignants et à ses pairs d'où ils ont tiré leur inspiration et comment ils ont intégré les concepts d'harmonie appris en mathématiques et en théorie des arts visuels .

Le travail sur le sujet dure 18 heures.

Références,
remerciements

Alexey Stakhov, Scott Olsen, Les mathématiques de l'harmonie, World Scientific,

2009.

Gary B. Meisner, Le nombre d'or : la beauté divine des mathématiques, Race Point Publishing, 2018.

John Stillwell, Mathematics and its History, 3e éd., Springer, 2010.

Mario Livio, Le nombre d'or : l'histoire de Phi, le nombre le plus étonnant du monde, Broadway, 2002, ISBN : 978-0767908153.

Alfred S. Posamentier, Ingmar Lehmann, Le glorieux nombre d'or, Prometheus Books, 2011.

Thomas Koshy, Nombres de Fibonacci et Lucas avec applications, deuxième édition,

Wiley, 2018.

Alfred S. Posamentier, Ingmar Lehmann, Les fabuleux nombres de Fibonacci,

<p>Prometheus Books, 2007.</p> <p>Vera W. de Spinadel, Théorie des nombres et art, ISAMA The International Société des arts, des mathématiques et de l'architecture, 415-421.</p> <p>Vera W. de Spinadel, La famille des moyens métalliques,</p> <p>http://www.mi.sanu.ac.rs/vismath/spinadel/</p> <p>Vera W. de Spinadel, Séquences de New Smarandache. Dans : Actes de la première conférence internationale sur les notions de type Smarandache en théorie des nombres, 21-24</p> <p>Août 1997. Lupton : Presse de recherche américaine ; 1997, ISBN 1-879585-58-8, 81116.</p> <p>Dan Pedoe, Geometry and the Visual Arts (Dover Books on Mathematics), Dover Publications, 2011, ISBN 978-0486244587.</p> <p>Gabriele Cappellato, Nicoletta Sala, Liens entre les mathématiques, les arts et l'architecture, Nova, 2019, ISBN : 978-1-53615-195-4.</p> <p>BBC Comment fonctionne la musique, partie 3 Harmonie</p> <p>https://www.youtube.com/watch?v=KwRHu8T1ICs</p>	
--	--

2. Cadre de la STEAME ACADEMY*

<p>Coopération des enseignants</p>	<p>Enseignant 1 : Professeur de mathématiques – explique aux élèves la théorie mathématique de base de l'harmonie en géométrie et en algèbre.</p> <p>Enseignant 2 : Professeur d'art (professeur d'arts visuels, de préférence avec une certaine expérience en conception graphique ou de logo) – explique aux élèves comment la théorie de l'harmonie est appliquée dans les arts visuels en leur présentant des œuvres d'art de peintres, de sculpteurs, d'architectes et d'artefacts historiques dans lesquels le nombre d'or ou d'autres moyens métalliques peuvent être trouvés.</p> <p>Enseignant 3 : Professeur d'informatique – un professeur d'informatique (ou le professeur d'art) explique aux élèves comment un logiciel de conception graphique de base peut être utilisé pour la conception d'un logo simple.</p> <p>Enseignant 4 : Professeur de biologie – explique aux élèves comment le nombre d'or a une signification particulière dans la nature car il se trouve dans diverses formes de vie, y compris le corps humain.</p> <p>(Facultatif) Enseignant 5 : Professeur de musique – explique aux élèves les principes de base de l'harmonie musicale occidentale – intervalles, harmoniques (harmoniques), triades, quintes, accords (triades – triades majeures et mineures, accords de tonique, dominante et sous-dominante), progressions d'accords et comment harmoniser une mélodie simple. Explique également comment le nombre d'or a été utilisé par les compositeurs pour évoquer un sentiment d'harmonie et de satisfaction chez les auditeurs.</p> <p>Organisation STEAME in</p>
------------------------------------	---

Formulation du plan d'action

Étape 1. Acquisition de connaissances théoriques. Les élèves apprennent les principes théoriques de l'harmonie en mathématiques et comment ils sont appliqués en biologie et dans les arts – arts visuels et musique.

Étape 2. Acquisition de compétences informatiques. Les étudiants apprennent les fonctions de base des logiciels de conception graphique et comment créer un logo simple ou une œuvre d'art numérique à l'aide de celui-ci.

Étape 3. Discussions et inspiration. Les élèves discutent entre eux et avec les professeurs d'art et de mathématiques de la présence de l'harmonie, principalement des nombres d'or et d'argent, dans diverses formes créées par l'homme ou la nature, visitent des galeries d'art et des musées, et analysent des œuvres d'art numériques trouvées sur Internet. Un graphiste professionnel initie également les élèves aux œuvres d'art numériques et explique ce qui les rend agréables à l'œil humain (cerveau). Les élèves s'inspirent de formes naturelles et d'œuvres d'art pour créer leurs propres designs intégrant les principes de l'harmonie. À cette fin, ils peuvent créer des tableaux de visualisation (sur papier ou des tableaux créatifs numériques, par exemple en Canva.com) pour les aider à mieux développer leurs idées artistiques et à s'inspirer.

Étape 4. Faire preuve de créativité. Les élèves planifient et développent leurs projets artistiques liés aux rapports dorés, argentés ou autres rapports métalliques, guidés par le professeur d'art et le graphiste professionnel. Le designer présente aux étudiants les étapes de la réalisation d'un tel projet de design pour un simple logo ou une œuvre d'art numérique – de l'esquisse de l'idée principale au dessin avec un logiciel informatique.

Étape 5. Exposition des œuvres des élèves et évaluation. Les élèves présentent leurs œuvres dans le cadre d'une exposition et partagent avec leurs enseignants et leurs pairs comment ils ont intégré les principes de l'harmonie et ce qui les a inspirés pour créer leurs œuvres. Chaque enseignant suit la méthodologie du niveau d'évaluation, c'est-à-dire évalue les connaissances, les capacités de présentation et de communication des élèves. Les étudiants peuvent voter pour le meilleur design.

* en cours d'élaboration, les derniers éléments du cadre

3. Objectifs et méthodologies

Buts et objectifs d'apprentissage

Après avoir terminé la formation, les étudiants doivent savoir :

- *Comment l'harmonie est définie en mathématiques.*
- *Qu'est-ce que le nombre d'or, des informations de base sur les nombres de Fibonacci et la spirale d'or et comment ils sont présents dans diverses formes naturelles.*
- *Comment le nombre d'or peut-il être généralisé pour obtenir d'autres rapports, les rapports dits métalliques. Quelles figures géométriques contiennent ces rapports – triangles d'or, polygones réguliers et autres. Méthodes géométriques pour la division d'un segment linéaire en nombre d'or.*
- *Comment les principes mathématiques régissent ce qui semble agréable à l'œil humain (cerveau) – nombre d'or dans les œuvres d'art : peintures, sculptures et bâtiments, de l'Antiquité à l'art numérique actuel.*
- *Comment l'harmonie est définie dans le solfège. Quelles sont les règles de base de l'harmonie musicale occidentale et comment influence-t-elle nos émotions ? Comment les principes mathématiques nous aident à comprendre ce qui semble agréable à l'oreille humaine (cerveau).*
- *Comment fonctionnent les logiciels de conception graphique et comment ils peuvent être utilisés pour créer des logos simples et des illustrations numériques.*

Résultats d'apprentissage et résultats attendus

Les élèves comprennent les principes mathématiques de base de l'harmonie et où ils se trouvent dans la nature vivante et les œuvres d'art célèbres.

Acquisition de compétences de base pour les logiciels d'infographie.

Après avoir terminé les leçons, les élèves seront en mesure de :

- *Comprendre et expliquer les principes mathématiques de base de l'harmonie.*
- *Expliquer comment fonctionne la théorie mathématique de l'harmonie dans la nature, les arts visuels et la musique.*
- *Analyser les œuvres d'art pour la présence du nombre d'or ou du rapport argent.*
- *Créer et utiliser des tableaux de visualisation pour les aider à développer une idée artistique.*
- *Pour s'inspirer de la nature et des œuvres d'art.*
- *Pour créer un logo simple ou une autre œuvre d'art numérique avec un logiciel de conception graphique.*

Connaissances préalables et prérequis

Les étudiants doivent être capables de :

- *Pour résoudre des équations quadratiques et se familiariser avec les nombres irrationnels et les fractions continues.*
- *Posséder une connaissance des figures géométriques de base – triangles*

et polygones réguliers.

- *Être créatif et générer de nouvelles idées.*
- *Pour présenter à un public.*

Résultats attendus :

- *Une compréhension meilleure et plus profonde des idées mathématiques de base de l'harmonie et de leur lien avec la biologie et les arts.*
- *Œuvres d'art numériques dédiées au nombre d'or ou au ratio argent.*
- *Développement et valorisation des connaissances mathématiques et des perceptions esthétiques.*

Motivation,
méthodologie,
stratégies,
échafaudages

L'une des tâches majeures de ce plan est de développer une compréhension plus profonde de l'important concept mathématique de l'harmonie, principalement en apprenant sur le nombre d'or, et comment il peut être trouvé dans diverses formes de la nature vivante, y compris le corps humain, ainsi que dans des œuvres d'art célèbres – peintures, sculptures, architecture, etc. Ces leçons visent à améliorer les connaissances mathématiques des élèves et à souligner le rôle central que jouent les mathématiques dans l'exploration, la compréhension et le fonctionnement du monde qui nous entoure. L'autre objectif majeur de ces leçons est d'améliorer la pensée créative, l'esthétique et les capacités artistiques des élèves, et de les inspirer à rechercher des liens cachés entre les mathématiques et d'autres matières. Les mathématiques comme source d'inspiration artistique. Les méthodes utilisées comprennent la mise en œuvre de liens intra-sujets entre l'algèbre et la géométrie, ainsi que des liens interdisciplinaires entre les mathématiques, les sciences naturelles (biologie) et les arts. Les élèves créeront leurs propres œuvres d'art en appliquant les principes mathématiques de l'harmonie à l'aide d'un logiciel informatique (TI). La principale motivation de ce plan est d'utiliser les mathématiques pour inspirer les élèves à être plus créatifs et pour leur montrer à quel point les mathématiques sont belles.

4. Préparation et moyens

Préparation,
configuration de
l'espace, conseils de
dépannage

À différentes étapes du travail, les enseignants changent de rôle principal. Dans la période initiale, l'enseignant principal est le professeur de mathématiques qui présente les connaissances théoriques sur l'harmonie en géométrie et en algèbre. Il/elle donne divers problèmes de mathématiques aux élèves et les aide à trouver les bonnes solutions. À l'étape suivante, le professeur de biologie et d'art (ainsi que le professeur de musique, éventuellement) jouent le rôle clé en expliquant aux élèves comment les concepts mathématiques de l'harmonie sont appliqués dans leurs matières. Tous les enseignants (chacun selon ses compétences) collaborent avec les élèves pour résoudre leurs problèmes, démontrant ainsi la nature interdisciplinaire de l'apprentissage par projet.

Des sources pédagogiques, du matériel numérique et papier avec les références connexes nécessaires à la mise en œuvre du plan d'apprentissage sont utilisés.

Ressources, outils,
matériel, pièces jointes,
équipement

Les élèves travaillent en classe et dans un laboratoire informatique tout en acquérant de nouvelles connaissances et compétences. Ils discutent en équipe dans un centre STEAM ou un autre environnement sécurisé avec leurs

enseignants. Les enseignants doivent disposer de ressources d'apprentissage appropriées telles que des présentations, des vidéos, des exemples pratiques, etc. Voici quelques supports et vidéos qui peuvent être utilisés pour motiver initialement les étudiants sur le sujet :

- *Le nombre d'or dans l'art et la nature*

<https://www.thecollector.com/what-is-the-golden-ratio-and-how-does-it-apply-to-art/>

- *Le nombre d'or dans l'art*

<https://blog.artspaper.com/en/a-closer-look/golden-ratio-in-art/>

- *PBS. Le nombre d'or : mythe ou mathématiques ?*

<https://www.youtube.com/watch?v=1Jj-sJ7806M>

- *La magie des nombres de Fibonacci – Pourquoi apprenons-nous les mathématiques ?* <https://www.youtube.com/watch?v=SjSHVDfXHQ4>

- *Mario Livio, Le nombre d'or et l'esthétique,*

<https://plus.maths.org/content/golden-ratio-and-aesthetics>

- *Chiffres métalliques : Au-delà du nombre d'or :*

Partie 1 : <https://plus.maths.org/content/silver-ratio>

Partie 2 : <https://plus.maths.org/content/part-ii>

- *Dann Passoja, Variations sur un thème du rapport d'argent*

https://www.researchgate.net/publication/288496866_Variations_on_a_Theme_of_the_Silver_Ratio

- *Musique des nombres de Fibonacci* <https://www.youtube.com/watch?v=IGJeGOw8TzQ>

- *L'harmonie en musique* – <https://www.youtube.com/watch?v=KwRHu8T1lCs>

Les enseignants utilisent également les références de la première page de ce plan ainsi que :

- *Plateformes de communication et de collaboration - Google Meet, Google Classroom, Zoom, Skype, etc.*
- *Plateforme d'apprentissage en ligne - Google classroom, Moodle, etc.*

Santé et sécurité

Les élèves et les enseignants travaillent dans un environnement sain et sécuritaire.

5. Mise en œuvre

Activités pédagogiques, procédures, réflexions

Ce plan est élaboré en mettant l'accent sur les cours de mathématiques, d'informatique, de biologie, d'arts ou dans un club d'intérêt STEAME. Couvre les sujets d'étude :

- *Mathématiques*
- *Biologie*
- *Art, Art numérique, Design graphique*
- *Compétences en présentation et en communication*

Les enseignants planifient leurs activités dans l'environnement Google à l'aide de Google Agenda et de Google Classroom dans le cadre du programme. Les étudiants s'engagent activement par le biais d'une expérience pratique et de recherches menées sous forme de travail indépendant qui peuvent être discutés en classe.

Il y a 18 heures d'étude basées sur une leçon de 40 minutes. Tous les cours ont lieu une ou deux fois par semaine avec un programme d'études de 9 à 18 semaines consécutives.

- *3 heures pour la théorie mathématique de l'harmonie*
- *2 heures pour l'harmonie dans les arts – le rapport entre le nombre d'or et l'argent dans les œuvres d'art célèbres*
- *1 heure pour le nombre d'or dans les formes d'organismes vivants (biologie)*
- *2 heures pour l'harmonie musicale*
- *1 heure pour la visite d'une galerie d'art ou d'un musée*
- *3 heures pour apprendre les bases d'un logiciel de conception graphique*
- *2 heures pour la rencontre avec un graphiste professionnel, la visite d'un studio de design graphique*
- *3 heures pour la création d'un logo simple ou d'une œuvre d'art numérique inspirée du nombre d'or, du nombre d'argent ou d'autres principes d'harmonie*
- *1 heure pour l'exposition des œuvres des élèves*

Évaluation - Évaluation

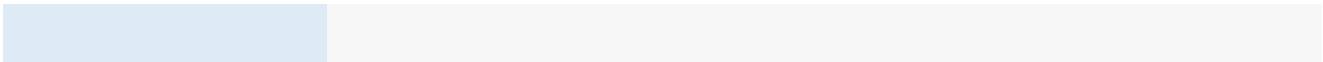
La présentation des résultats finaux a lieu devant les enseignants, le graphiste professionnel et les camarades de classe lors d'une exposition scolaire où chaque élève présente l'œuvre d'art numérique qu'il a créée et explique comment elle reflète les principes d'harmonie appris dans les cours de mathématiques, de biologie et d'art et d'où ils ont puisé leur inspiration. Chaque présentation est évaluée par les enseignants et le graphiste. Les facteurs clés sont : les connaissances théoriques de l'étudiant, la profondeur des connaissances, l'application des concepts théoriques, les compétences en communication et en présentation et l'esthétique du design.

Présentation - Reporting - Partage

Les projets réalisés par les élèves sont imprimés sur papier et présentés par eux aux enseignants et à leurs pairs dans le cadre d'une exposition scolaire. Les œuvres d'art des élèves en format numérique sont publiées sur le site Web de l'école et sur les comptes de médias sociaux. Les conceptions peuvent être utilisées par les enseignants comme exemples pour d'autres projets artistiques.

Prolongations - Autres informations

--



STEAME ACADEMY Prototype/Guide pour l'Approche de l'Apprentissage et de la Créativité
Formulation du plan d'action

Grandes étapes de l'approche d'apprentissage STEAME :

ÉTAPE I : Préparation par un ou plusieurs enseignants

1. Formulation de premières réflexions sur les secteurs/domaines thématiques à couvrir :

Deux problèmes majeurs de la vie réelle ont conduit au développement des mathématiques tout au long de l'histoire de la civilisation humaine : le comptage, qui a contribué au développement des systèmes de numérations, l'arithmétique et l'algèbre, et la mesure des quantités (périmètres, aires, volumes, etc.) qui est responsable du développement de la géométrie. Mais il y a un troisième problème important en mathématiques qui reflète également son importance dans les sciences naturelles (biologie) et les arts – la théorie mathématique de l'harmonie. En mathématiques, l'harmonie est comprise comme l'égalité ou la proportionnalité des parties entre elles et des parties avec le tout. Ou plus généralement, l'harmonie d'un objet est une proportionnalité des parties et du tout, une fusion des différents composants de l'objet pour créer un tout organique uniforme. L'objectif de ces leçons est d'initier les élèves au concept d'harmonie en mathématiques, à son développement historique et d'expliquer comment il trouve des applications en biologie, en musique et en arts visuels. La théorie mathématique se concentre principalement sur le nombre d'or et ses généralisations, les moyens dits métalliques, définis par la mathématicienne argentine Vera W. de Spinadel en 1998, dont le rapport d'argent est le plus populaire et que l'on trouve dans les œuvres d'art et l'architecture. En géométrie, les connexions entre le nombre d'or et le rapport d'argent et certains triangles et polygones réguliers sont explorées, et en algèbre, les connexions entre ces deux rapports et les nombres de Fibonacci et de Pell, resp.

2. S'engager dans le monde de l'environnement au sens large / du travail / des affaires / des parents / de la société / de l'environnement / de l'éthique :

Il est prévu qu'un graphiste professionnel soit impliqué en tant que mentor/enseignant. Des visites de galeries d'art, de musées et d'un studio de design graphique sont prévues en dehors de la classe.

3. Groupe d'âge cible des élèves - S'associer au programme officiel - Fixer des buts et des objectifs

Le thème s'adresse aux élèves de la 8e et de la 9e année du secondaire. Dans les cours de mathématiques de la 8e année (dans les écoles secondaires bulgares), les élèves apprennent d'abord les nombres irrationnels (racines carrées), puis sont initiés à l'équation quadratique et à la formule de Brahmagupta pour trouver ses solutions. Comme le nombre d'or et les autres rapports métalliques sont des racines positives d'équations carrées, ce matériau convient aux élèves de 8e année. Des connaissances très basiques en infographie et des compétences pour travailler avec des fichiers d'images sont enseignées en 6e année (école bulgare), mais ces connaissances doivent être approfondies pour les besoins de ces leçons.

4. Organisation des tâches des parties concernées - Désignation du coordinateur - Lieux de travail, etc.

Les enseignants organisent la formation et soutiennent le travail des élèves ; ils motivent les élèves et fixent une véritable tâche à accomplir ; La direction de l'école prend en charge l'organisation de rencontres avec les graphistes, l'organisation extrascolaire du travail, ainsi que la présentation des résultats à un public approprié. Le professeur de mathématiques peut jouer le rôle de coordinateur. Les lieux de travail à utiliser sont une salle de classe et un laboratoire informatique.

ÉTAPE II : Formulation du plan d'action (étapes 1 à 18)

Préparation (par les enseignants)

1. Relation avec le monde réel – Réflexion

Diverses formes d'organismes vivants contiennent le nombre d'or, les nombres de Fibonacci et la spirale d'or. La soi-disant « proportion divine » de Luca Pacioli se retrouve également dans

le corps humain. Les ratios d'or et d'argent sont incorporés dans des œuvres d'art célèbres - peintures, sculptures, bâtiments, etc.

2. Incitation – Motivation

Les professeurs de mathématiques, de biologie, d'art et de musique initient les élèves au concept d'harmonie dans leurs matières qui sont liées à la théorie mathématique de l'harmonie postulée par Pythagore et Euclide. Un graphiste professionnel guide les élèves dans le processus de création de leur propre projet artistique basé sur le rapport or, argent ou autre métal et les principes d'harmonie dans l'art et les mathématiques. Les élèves sont motivés par la recherche de l'harmonie dans le monde qui nous entoure créé mon homme ou par la nature. Dans leur effort créatif, ils s'inspirent de mes connaissances mathématiques.

3. Formulation d'un problème (éventuellement par étapes ou phases) résultant de ce qui précède

Les élèves sont d'abord initiés au concept d'harmonie par le professeur de mathématiques qui peut leur montrer des images de fleurs et d'animaux, d'œuvres d'art et de bâtiments et leur demander s'ils trouvent les formes représentées agréables à l'œil et si oui, pourquoi.

L'enseignant peut rappeler aux élèves les proportions. Ainsi, ils les initient au nombre d'or puis à sa définition géométrique et algébrique. Une autre question que l'enseignant peut poser avant de commencer la leçon de mathématiques est de savoir si les élèves pensent que les mathématiques ont quelque chose à voir avec l'esthétique.

Développement (par les élèves) – Orientation et évaluation (dans le 9-11, par les enseignants)

4. Crédit d'arrière-plan - Recherche / Collecte d'informations :

De nouvelles connaissances sont appliquées lors de la résolution de problèmes. Les élèves sont encouragés à chercher par eux-mêmes des informations et des sources d'inspiration pour le projet créatif final. Les élèves peuvent créer des tableaux de vision réelle ou numérique (créatifs) avec les images et les informations qu'ils ont trouvées sur Internet.

5. Simplifiez le problème : configuez le problème avec un nombre limité d'exigences

La tâche est clairement énoncée avec les informations nécessaires.

6. Case Making - Designing - Identification des matériaux pour la construction / l'aménagement / la création

La tâche que les étudiants reçoivent est clairement définie.

7. Construction - Flux de travail - Mise en œuvre des projets

Formation d'introduction avec des exemples pertinents - Poser un problème réel - Formation complémentaire - Trouver une solution au problème - Présentation des résultats

8. Observation-Expérimentation - Conclusions initiales

Les élèves résolvent des problèmes mathématiques guidés par le professeur de mathématiques et expérimentent des idées créatives guidées par le professeur d'art et un graphiste professionnel.

9. Documentation - Recherche de domaines thématiques (domaines d'IA) liés au sujet étudié - Explication basée sur des théories existantes et/ou des résultats empiriques

Les étudiants disposent des informations théoriques et des exemples nécessaires.

10. Collecte des résultats / informations sur la base des points 7, 8, 9

À chaque étape, les enseignants rendent compte de la progression des élèves.

11. Première présentation de groupe par les étudiants

Les élèves présentent le résultat de leur travail dans le cadre d'une exposition scolaire et expliquent les principes d'harmonie qu'ils ont appliqués pour la créer.

Configuration et résultats (par les étudiants) – Orientation et évaluation (par les enseignants)

12. Configurer les modèles STEAME pour décrire / représenter / illustrer les résultats

13. Étudier les résultats en 9 et tirer des conclusions, en utilisant 12

14. Applications dans la vie quotidienne - Suggestions pour développer 9 (Entrepreneuriat - SIL days)

Évaluation (par les enseignants)

15. Examinez le problème et examinez-le dans des conditions plus exigeantes

Réalisation de projet (par les étudiants) – Orientation et évaluation (par les enseignants)

16. Répéter les étapes 5 à 11 avec les exigences supplémentaires ou nouvelles formulées à l'article 15

17. Investigation - Etudes de cas - Expansion - Nouvelles théories - Mise à l'épreuve de nouvelles conclusions

18. Présentation des conclusions - Tactiques de communication.

ÉTAPE III : STEAME ACADEMY Actions et coopération dans des projets créatifs pour les élèves

Titre du projet : L' harmonie – la beauté des mathématiques

Brève description/aperçu des dispositions organisationnelles / responsabilités d'action

ÉTAPE	Activités/Étapes Enseignant 1(T1) Coopération avec T2, T3 et l'orientation des étudiants	Activités / Étapes Par les étudiants Groupe d'âge : 14-15	Activités / Étapes Enseignant 2 (T2) Coopération avec T1, T3 et Orientation des étudiants
Un	Préparation des étapes 1,2,3		Coopération à l'étape 1, 2 et 3
B	Orientation à l'étape 9	4,5,6,7,8,9,10	Accompagnement du support à l'étape 9
C	Évaluation créative	11	Évaluation créative
D	Direction	12	Direction
E	Direction	13 (9+12)	Direction
F	Organisation (SIL) STEAME dans la vie	14 Rencontre avec des représentants d'entreprises	Organisation (SIL) STEAME dans la vie
G	Préparation de l'étape 15		Coopération à l'étape 15
H	Direction	16 (répétitions 5-11)	Conseils d'assistance
Je	Direction	17	Conseils d'assistance
K	Évaluation créative	18	Évaluation créative