Matemática Conectada

Matemática e suas Tecnologias

De olho na geometria!

MAPPA

Material de Apoio ao Planejamento e Práticas do Aprofundamento

Unidade Curricular 4

Programa de Enfrentamento à Violência contra Meninas e Mulheres da Rede Estadual de São Paulo

NÃO SE ESQUEÇA!

Buscamos uma escola cada vez mais acolhedora para todas as pessoas. Caso você vivencie ou tenha conhecimento sobre um caso de violência, denuncie.

Onde denunciar?

– Você pode denunciar, sem sair de casa, fazendo um Boletim de Ocorrência na internet, no site: https://www.delegaciaeletronica.policiacivil.sp.gov.br.

– Busque uma Delegacia de Polícia comum ou uma Delegacia de Defesa da Mulher (DDM). Encontre a DDM mais próxima de você no site http://www.ssp.sp.gov.br/servicos/mapaTelefones.aspx.

– Ligue 180: você pode ligar nesse número - é gratuito e anônimo - para denunciar um caso de violência contra mulher e pedir orientações sobre onde buscar ajuda.

– Acesse o site do SOS Mulher pelo endereço https://www.sosmulher.sp.gov.br/ e baixe o aplicativo.

– Ligue 190: esse é o número da Polícia Militar. Caso você ou alguém esteja em perigo, ligue imediatamente para esse número e informe o endereço onde a vítima se encontra.

– Disque 100: nesse número você pode denunciar e pedir ajuda em casos de violência contra crianças e adolescentes, é gratuito, funciona 24 horas por dia e a denúncia pode ser anônima.

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
Secretaria da Educação

Matemática Conectada

Matemática e suas tecnologias

De olho na geometria!

MAPPA
Material de Apoio ao Planejamento e Práticas do Aprofundamento

Unidade Curricular 4

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO

Governador
Rodrigo Garcia

Secretário da Educação
Hubert Alquéres

Secretária Executiva
Ghisleine Trigo Silveira

Chefe de Gabinete
Fabiano Albuquerque de Moraes

Coordenadora da Coordenadoria Pedagógica
Viviane Pedroso Domingues Cardoso

Presidente da Fundação para o Desenvolvimento da Educação
Nourival Pantano Júnior

SUMÁRIO

Apresentação do MAPPA 7

Apresentação da Unidade Curricular 8

Percurso integrador 9

Quadro integrador 13

Componente 1

Geometria: diferentes olhares! 15

Atividade 1 17
Atividade 2 26
Atividade 3 32
Atividade 4 38
Atividade 5 44

Componente 2

Geometria e equilíbrio 47

Atividade 1 50
Atividade 2 55
Atividade 3 61
Atividade 4 66
Atividade 5 71

Componente 3

Geometria criativa 75

Atividade 1 77
Atividade 2 81
Atividade 3 84
Atividade 4 87
Atividade 5 90

APRESENTAÇÃO DO MAPPA

Caro Professor,

O conteúdo que você tem em mãos é o Material de Apoio ao Planejamento e Práticas do Aprofundamento (MAPPA), ou, em outras palavras, o seu guia para a implementação da parte flexível do Currículo do Novo Ensino Médio do Estado de São Paulo: os Aprofundamentos Curriculares.

Nas páginas a seguir, você encontrará informações e orientações para o desenvolvimento das Unidades Curriculares que compõem este aprofundamento. Cada Unidade Curricular é composta por componentes inéditos, os quais foram idealizados pensando nos professores da(s) área(s) de conhecimento deste aprofundamento. Por isso, para apoiar seu trabalho no componente que você escolheu, além das orientações gerais, você contará também com sequências de atividades. Cada uma dessas atividades tem duração média prevista de quatro semanas, tendo como objetivo principal oferecer aprendizagens contextualizadas que favorecem o aprofundamento das competências e das habilidades da Formação Geral Básica e o desenvolvimento das habilidades dos eixos estruturantes (investigação científica, processos criativos, mediação e intervenção sociocultural e empreendedorismo). Além disso, por meio dessas práticas, que têm como finalidade o apoio à formação integral dos estudantes, estes terão a oportunidade de desenvolver aprendizagens que contribuam com os seus interesses e suas necessidades particulares, articulando, ainda, seus estudos com os Temas Contemporâneos Transversais, os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, seus respectivos Projetos de Vida, as possibilidades mediante o mundo do trabalho e as suas perspectivas para com o ingresso no Ensino Superior.

Sendo assim, com o intuito de melhor apoiá-lo na organização de seu cronograma, projetos e planejamento das aulas, bem como o de assegurar o percurso e a integração prevista para os componentes de cada Unidade Curricular, você encontrará neste material propostas e sugestões de atividades, com suas respectivas orientações, para o desenvolvimento de suas aulas. É importante lembrar que você, juntamente com toda sua equipe escolar, tem liberdade para selecionar as atividades e materiais que melhor se adequam à sua realidade local, levando em conta, também, adaptações inclusivas para melhor atender os estudantes que tenham algum tipo de deficiência física e/ou intelectual. Ademais, você e sua equipe escolar podem planejar e organizar o tempo de cada percurso e integrações possíveis entre os componentes, tendo em vista os objetivos, as competências, as habilidades e os objetos de conhecimento propostos.

No início das orientações de cada um dos componentes, você encontrará uma breve introdução do que será desenvolvido, os objetos de conhecimento, as competências e habilidades em foco e o(s) eixo(s) estruturantes que estão no centro do percurso. Ainda para apoiá-lo nesse processo, você encontrará atividade-exemplo com sugestões de sequências de práticas, materiais de apoio, dicas para integração com os demais componentes e diferentes tipos de avaliação e autoavaliação. Muitas dessas informações aparecerão em boxes chamados “Saiba Mais”, “De olho na integração” e “Avaliação”, que serão sinalizados nos textos com o intuito de apresentar conteúdos complementares, que podem ser úteis durante as suas aulas. Você pode seguir, adaptar, ampliar ou usar essas atividades como inspiração para o seu planejamento. Lembre-se sempre de que o seu protagonismo, seus conhecimentos e experiências, assim como os de seus colegas, são fundamentais para o êxito de todos ao longo deste percurso.

APRESENTAÇÃO DA UNIDADE CURRICULAR

Caro Professor,

A Unidade Curricular "De olho na geometria!" aprofunda os conhecimentos em geometria com foco na investigação de propriedades e possibilidades de criação de modelos geométricos, propondo soluções para problemas relevantes à sociedade.

Nesse contexto, a área de Matemática e suas Tecnologias tem como proposta ampliar a percepção do estudante e seus conhecimentos sobre a aplicação da geometria em seu entorno. Vivenciando processos criativos, o jovem irá pesquisar e analisar a presença das formas geométricas estáticas e em movimento, explorando como acontece na arte e em outros contextos.

O aprofundamento se dará em diferentes momentos, por exemplo, quando tratamos das aplicações em Matemática, Arte e Física, nas quais as discussões acerca dos padrões de beleza nas simetrias, a geometria presente na natureza, o comportamento de corpos extensos, e nos elementos tridimensionais, desenvolvem a capacidade de reconhecer a geometria nesses campos de atuação.

O componente 1 – Geometria: diferentes olhares! A partir da investigação e da criação, vai explorar a geometria em diferentes contextos para ampliar e repertoriar os estudantes para os diferentes olhares ao observar a geometria presente no mundo. A abordagem apresentará algumas situações, ampliando as habilidades a partir de objetos de conhecimento que foram desenvolvidos anteriormente, nume perspectiva da aplicabilidade de conceitos matemáticos no estudo das formas.

O componente 2 - Geometria e Equilíbrio tem por objetivos analisar as diferentes formas como as forças atuam em um corpo. Analisando centro de massa, centro geométrico e equilíbrio de corpos extensos. Esse componente, por meio das aplicações da Lei de Newton, pretende discutir as forças atuantes em treliças que são utilizadas na construção de pontes, sendo os estudantes convidados a elaborar um protótipo, investigando essas forças atuantes.

O componente 3 - Geometria criativa traz como a Matemática e a Arte trabalham alinhadas com os elementos gráficos geométricos que formam composições harmônicas em diferentes campos de atuação, além de propiciar ao estudante conhecer como tais elementos são aplicados em diferentes culturas, e reverberam em práticas expressivas do seu entorno, como tatuagens, estilos de moda, profissões, entre outros. Com foco no empreendedorismo, as propostas desse componente caminham para um produto final, criado a partir de elementos geométricos.

PERCURSO INTEGRADOR

Neste documento, você encontrará orientações e sugestões para o desenvolvimento das atividades dos componentes desta Unidade Curricular, considerando a quantidade de aulas prevista para vinte semanas. Cada atividade está organizada em introdução, desenvolvimento e sistematização, ou fechamento dos percursos idealizados. Além disso, como um material exemplar, você pode planejar e organizar o tempo de cada percurso e integrações possíveis, considerando os objetivos, habilidades e objetos de conhecimento contemplados nesse conjunto de atividades.

Com o intuito de apoiá-lo na organização do seu cronograma e no planejamento das aulas, apresentamos uma descrição da proposta que será desenvolvida, as competências e habilidades em foco, e os eixos estruturantes que estão no centro do percurso. Além de atividades-exemplo, com sugestões de sequências de práticas desenvolvidas por meio de metodologias ativas, e indicação de materiais de apoio na seção "Para saber mais", este documento apresenta dicas de como se dá o diálogo entre os componentes na seção "De olho na integração", e momentos de avaliação e autoavaliação. É importante lembrar que você, com toda sua equipe escolar, tem autonomia para selecionar as atividades, materiais e organizar espaços de aprendizagem que melhor se adequem à sua realidade local, levando em conta também adaptações inclusivas a todos os estudantes.

Lembre-se: o seu protagonismo, o dos seus colegas professores e o dos estudantes são fundamentais para o sucesso de todos ao longo desse percurso.

Em cada componente, estão as sugestões para os registros dos professores, para acompanharem o desenvolvimento da turma e dos estudantes em sua trajetória de aprendizagem.


Palavras-chave:
Geometria
equilíbrio
C1: Geometria: diferentes olhares!
C2: Geometria e equilíbrio
C3: Geometria criativa
APROFUNDAMENTO MATEMÁTICA
DE OLHO NA GEOMETRIA
Unidade Curricular 4
3a. série EM
1º semestre
Habilidades:
EM13LGG602
EM13LGG603
EM13CNT101
EM13CNT204
EM13CNT301
EM13MAT105
EM13MAT505
EM13MAT509
Eixos:
Investigação Científica
Processos Criativos
Mediação e intervenção sociocultural
Empreendedorismo

QUADRO INTEGRADOR

Professor, nas Atividades desta Unidade Curricular os estudantes...

GEOMETRIA: DIFERENTES OLHARES!	GEOMETRIA E EQUILÍBRIO	GEOMETRIA CRIATIVA
	ATIVIDADE 1	
Investigam e exploram a fita de Möbius e os aspectos matemáticos da obra de Escher.	**Analisam** o centro de gravidade e centro geométrico de figuras por meio de experimentos.	**Levantam** profissões que envolvem geometria. **Vivenciam** práticas em que a geometria é aplicada.
	ATIVIDADE 2	
Criam obras na perspectiva da Arte Moderna, a partir das estruturas geométricas.	**Identificam** o centro de gravidade e equilíbrio de um corpo material no corpo humano.	**Pesquisam** sobre profissões relacionadas à geometria.
	ATIVIDADE 3	
Exploram e analisam figuras geométricas a partir das transformações.	**Investigam** a Lei da Alavanca com experimentos.	**Criam** fractais com uso da tecnologia.
	ATIVIDADE 4	
Exploram e criam figuras geométricas a partir do estudo dos fractais	**Elaboram** uma ponte de palitos e **analisam** as forças atuantes.	**Analisam** culturas que utilizam a geometria em suas expressões artísticas.
	ATIVIDADE 5	
Pesquisam sobre a matemática na cartografia e **criam** mapas com materiais não estruturados aplicando os conceitos matemáticos.	**Criam** um site de Investigação científica**.**	**Criam** e **desenvolvem** produtos com foco no empreendedorismo.

COMPONENTE 1

GEOMETRIA: DIFERENTES OLHARES!

DURAÇÃO: 75 horas

AULAS SEMANAIS: 5

QUAIS PROFESSORES PODEM MINISTRAR ESTE COMPONENTE: Matemática ou Física

INFORMAÇÕES GERAIS:

O foco deste componente é desenvolver o estudo sobre a geometria em diferentes contextos, analisando propriedades e características das figuras geométricas, ampliando para o estudo dos fractais e suas aplicações.

Os estudantes vão pesquisar, analisar e apresentar seus estudos para compartilhar com os demais colegas.

Toda produção deve ser analisada para inserir como conteúdo de um site de divulgação científica que terá como objetivo divulgar essas pesquisas no mesmo ambiente das produções dos demais componentes desta unidade curricular.

Objetos de conhecimento: Geometria das transformações; sólidos geométricos; polígonos regulares e não regulares; geometria dos fractais; cartografia

Competências e Habilidades da Formação Geral Básica a serem aprofundadas: Competências:1 e 5.

EM13MAT105	Utilizar noções de transformações isométricas (translação, reflexão, rotação e composições destas) e transformações homotéticas para construir figuras e analisar elementos da natureza e diferentes produções humanas (fractais, construções civis, obras de arte, entre outras).
EM13MAT505	Resolver problemas sobre ladrilhamento do plano, com ou sem apoio de aplicativos de geometria dinâmica, para conjecturar a respeito dos tipos de composição de polígonos que podem ser utilizados em ladrilhamento, generalizando padrões observados.
EM13MAT509	Transformações geométricas (isometrias e homotetias). Posição de figuras geométricas (tangente, secante, externa). Inscrição e circunscrição de sólidos geométricos. Noções básicas de cartografia (projeção cilíndrica e cônica).

Eixos Estruturantes e suas Competências e Habilidades: Investigação Científica, Processos Criativos e Empreendedorismo

EMIFMAT01	Investigar e analisar situações-problema identificando e selecionando conhecimentos matemáticos relevantes para uma dada situação, elaborando modelos para sua representação.
EMIFMAT02	Levantar e testar hipóteses sobre variáveis que interferem na explicação ou resolução de uma situação - problema elaborando modelos com a linguagem matemática para analisá-la e avaliar sua adequação em termos de possíveis limitações, eficiência e possibilidades de generalização.
EMIFMAT04	Reconhecer produtos e/ou processos criativos por meio de fruição, vivências, reflexão crítica na produção do conhecimento matemático e sua aplicação no desenvolvimento de processos tecnológicos diversos.
EMIFMAT05	Selecionar e mobilizar intencionalmente recursos criativos relacionados à Matemática para resolver problemas de natureza diversa, incluindo aqueles que permitam a produção de novos conhecimentos matemáticos, comunicando com precisão suas ações e reflexões relacionadas a constatações, interpretações e argumentos, bem como adequando-os às situações originais.
EMIFMAT10	Avaliar como oportunidades, conhecimentos e recursos relacionados à Matemática podem ser utilizados na concretização de projetos pessoais ou produtivos, considerando as diversas tecnologias disponíveis e os impactos socioambientais.

Professor, os eixos estruturantes, em maior evidência de cada atividade, serão indicados pelos ícones a seguir. Apesar da indicação no início das atividades, pode haver propostas que desenvolvam mais de um eixo.

	Investigação Científica		Empreendedorismo
	Processos Criativos		Mediação e Intervenção Sociocultural

ATIVIDADE 1

INTRODUÇÃO

Semana 1: 5 aulas

Professor, a proposta é ampliar a percepção e os conhecimentos dos estudantes sobre a geometria presente no dia a dia, e no entorno de diversos ambientes na perspectiva de diferentes olhares. Em vários momentos, será necessário fazer o levantamento de conhecimentos prévios, que podem ser realizados de forma oral, por meio de roda de conversa ou de painel listando o que os estudantes já sabem sobre o assunto, de forma que todos participem, e que possam compartilhar seus conhecimentos, iniciando a conversa a partir das potencialidades da turma. Essas estratégias podem ser variadas de acordo com o tema a ser desenvolvido, propiciando a participação ativa dos estudantes contribuindo para a discussão, saindo da organização habitual, para que os estudantes atuem de forma protagonista.

DE OLHO NA INTEGRAÇÃO

Caro Professor, a proposta final desta unidade curricular é a publicação e divulgação das ideias centrais, ou principais discussões que serão desenvolvidas ao longo do percurso percorrido por todos os componentes. O Componente: Geometria e equilíbrio, organizará a construção de sites de divulgação científica, utilizando a ferramenta do google sites (uma plataforma tecnológica gratuita, que auxilia na construção e manutenção de páginas na internet). Há também nesse componente informações de como produzir esses sites no boxe “Saiba Mais”. A ideia para este momento é que a sua turma aos poucos possa se apropriar da ferramenta tecnológica indicada (google sites).

As produções deste componente serão inseridas no site, assim a cada descoberta ou finalização, os estudantes devem ser orientados para ajustes na produção para publicação no site. Se possível, organize um cronograma junto aos professores dessa unidade curricular para o planejamento do site, além de orientar os estudantes a se apropriarem desse recurso tecnológico.

Para os estudantes público-alvo da educação especial, considere suas potencialidades para a organização dos grupos, uma vez que, para esta unidade curricular, o foco está na leitura e na investigação e criação dos processos que envolvem a geometria.

Considerando o Desenho Universal para a Aprendizagem, que tem como um dos objetivos tornar a aprendizagem acessível para todos, o trabalho em grupo, ou em duplas, para realizar a leitura compartilhada por um dos estudantes e a explicação por outro, poderá contribuir para a compreensão das propostas apresentadas, promovendo a integração entre os estudantes, eliminando possíveis barreiras, e incluindo o protagonismo de todos.

SAIBA MAIS

Professor, conheça mais sobre o Desenho Universal para a Aprendizagem, que tem uma abordagem educacional de que toda pessoa tem o direito de estudar e buscar o seu melhor como ser humano. Para conhecer, acesse:

Diretrizes Para o Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA). Disponível em: https://cutt.ly/7RrfhlM. Acesso em: 13 out. 2021.

Para iniciar, proponha o desafio a seguir para os estudantes, que podem estar organizados no máximo em quatro pessoas, para que possam visualizar e discutir a solução do desafio.

Cada grupo deve ter uma folha de papel, cada estudante do grupo deve cortar uma fita no formato retangular, largura 3,5 cm e comprimento de uma folha A4. Um dos lados da fita, os estudantes podem pintar, e deixar o outro em branco, ou, se for possível, usar folha dupla face colorida. Assim, todos poderão ter a mesma experiência.



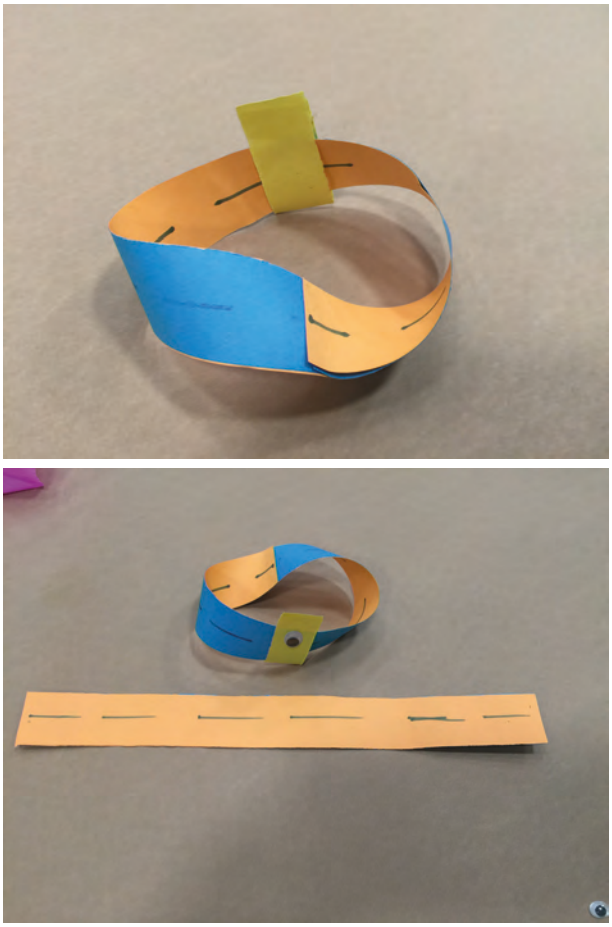
Fonte: Elaborado para esse material.

Em primeiro lugar, oriente para explorarem a fita cortada, com alguns questionamentos:

- Quantos lados tem uma superfície?
- Quantos vértices?
- Quantos lados tem a fita?

Em seguida, solicite aos estudantes que girem uma das pontas da fita e colem os dois extremos. Antes de colar a fita, oriente os estudantes a passar pela fita uma argola que pode ser feita com o papel, de forma que ela fique mais solta, para movimentar-se na fita. Essa argola tem como objetivo desafiar os estudantes a responderem as questões a seguir, propondo que ao passar a argola por toda a fita, é possível passar pelos dois lados da fita sem ultrapassar as arestas. Essa conclusão, espera-se que os estudantes observem após tentarem resolver o desafio com os questionamentos.





Imagens: Arlete Almeida

Desafio: como é possível andar pelos dois lados da fita, sem passar pela borda?

Explore com alguns questionamentos:

- Quantos lados tem a fita?
- Quantas bordas tem a fita?
- Quantos lados tem uma superfície.

Agora, solicite aos estudantes movimentar a argola, e registrarem o que acontece.

Algumas perguntas para investigar:

- Qual é a parte de cima e qual é a parte de baixo?
- Se, hipoteticamente, uma formiga iniciar uma corrida de um lado fita de Möbius, ao completar essa volta, onde a formiga terminaria? Você poderia explicar esse acontecimento.

Após as respostas, converse com os estudantes que a fita de Möbius tem como característica interessante o que os matemáticos chamam de "objeto não orientável". Ao movimentarem a argola de papel, se iniciarem pela parte de cima, após o percurso, estarão na parte de baixo, sendo impossível determinar essas partes. Essa fita tem apenas um lado e uma borda. Por isso, a formiga terminaria a corrida do outro lado da fita.

Veja que, se uma pessoa pudesse caminhar ao longo dessa fita, ela retornaria ao início de seu caminho, mas apenas em uma imagem refletida de si mesma. Logo, uma fita de Möbius pode levar a uma jornada eterna.

SAIBA MAIS

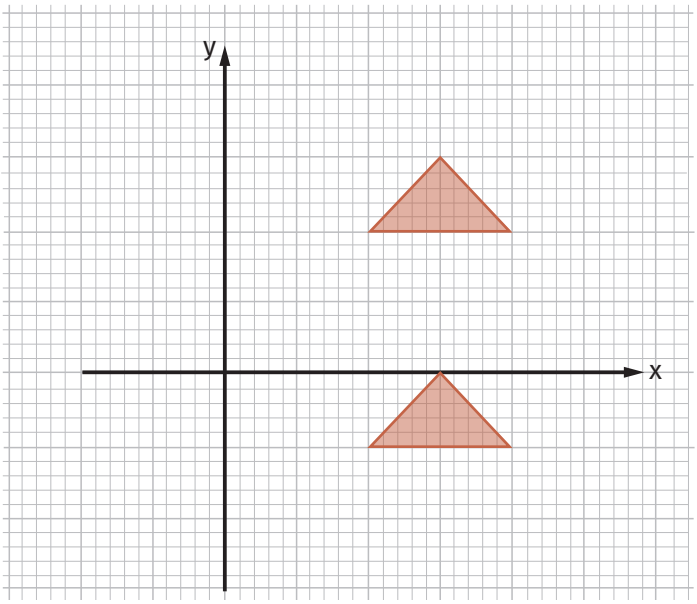
Para explorar as primeiras ideias da fita de Möbius, sugerimos o vídeo: O que é a fita de Möbius? Disponível em: **https://cutt.ly/WXbTBwE**. Acesso em: 18 ago. 2022.

Aqui é possível propor a discussão sobre a topologia geométrica, que é um campo da Matemática que estuda algumas propriedades das figuras geométricas.

A Topologia é o estudo das propriedades que são preservadas por meio de deformações e alongamento de objetos. Pode-se dizer que a topologia é uma visão moderna da geometria. O que diferencia os tipos de geometria são os tipos de transformações possíveis antes de se considerar algo a ser alterado. Assim, de uma forma geral, a topologia lida com o estudo das superfícies ou espaços abstratos, nos quais quantidades mensuráveis não são importantes. Veja no caso da fita de Möbius, a exploração se dá observando a superfície da fita de papel.

Converse com os estudantes que essa abordagem exclusiva da matemática, às vezes, é chamada de "geometria da folha de borracha".

Veja o seguinte caso: o que seria estudar a topologia das figuras?



Fonte: Elaborado para esse material.

Observe que as propriedades dos triângulos são invariantes quando se faz alguma mudança, como por exemplo, a propriedade "a soma das medidas dos ângulos internos de qualquer triângulo é igual a 180°", ou seja, mesmo sendo aplicada uma transformação ou rotação, essa propriedade não se altera. Vamos comparar com uma propriedade, que, por exemplo seja: "todo triângulo possui vértice no eixo x do plano cartesiano". Essa propriedade **não é** invariante, por translação ou rotação, pois **ela não existe**.

Ainda explorando a construção da fita de Möbius, desafie os estudantes a formular novas hipóteses sobre o que acontece quando a fita é cortada ao meio de modo longitudinal; para, em seguida, realizar o corte para validar ou não as hipóteses.

Compartilhe as hipóteses iniciais, e quais foram as constatações após terem feito o corte. Construa um painel, para que todos possam visualizar o que os demais grupos concluíram.

Verifique se, nas hipóteses, os estudantes registraram que não seriam obtidas duas fitas. Depois, devem comparar com o resultado obtido, pois houve uma transformação da fita original em uma fita com largura menor e comprimento maior mantendo as propriedades da fita original.

Proponha aos estudantes que registrem esses experimentos, e que construam outras fitas, para criarem outros objetos a partir da fita de Möbius. Oriente-os na produção de um pequeno texto sobre essas descobertas, eles podem fotografar suas criações para inserir no site com o texto produzido, outra possibilidade é a criação de vídeos curtos sobre essas descobertas e criações, possibilitando a divulgação de seus conhecimentos iniciais.

Promova uma apresentação sobre as produções dos estudantes em uma aula, e organize uma maneira de dar *feedback* para as produções e as relações que fizeram sobre a matemática e as produções.

DESENVOLVIMENTO

Semana 2: 5 aulas

Os estudantes, organizados em grupos, devem iniciar uma pesquisa para apresentação sobre a aplicação e curiosidades sobre a fita de Möbius, como por exemplo, a parte histórica, aplicações práticas articuladas com a matemática. Os grupos devem ser pequenos, para que possam se organizar melhor.

Oriente-os para organizarem a forma de apresentação e a produção para inserir no site.

Para essa apresentação, junto com os grupos, definam as rubricas de avaliação, e, no dia agendado, todos os estudantes deverão participar da avaliação dos grupos. Nessas rubricas, entre outros critérios elencados pelos estudantes, inserir pontos que avaliem a curiosidade e a clareza da exposição.

Explorar após as apresentações algumas características da fita: é um objeto matemático que tem algumas curiosidades e especificidades, não é orientável, possui apenas um lado, possui apenas uma borda, ao "caminhar" pela fita tem-se que é um caminho sem fim, ou seja, não tem início e nem fim, sendo infinito. Ao percorrer toda fita, tem-se a impressão de que ela tem dois lados, mas ao realizar a experiência, ela tem apenas um lado.

Em relação às aplicações, esse modelo é muito utilizado em escadas rolantes, esteiras de aeroporto, em logomarcas, em correias entre outros.

Quando uma esteira, por exemplo, tem o modelo da fita de Möbius, ela terá um desgaste dos dois lados e não de um lado único, se for um modelo tradicional.

Organize um momento para a apresentação das pesquisas realizadas pelos estudantes. Essa apresentação, sugerimos a estratégia didática Phillips 66, que tem como objetivo o trabalho em grupo para analisar e discutir temas do contexto do estudante, no caso, os resultados das pesquisas. Reorganize os grupos de forma que tenha um integrante de cada grupo anterior, assim é um incentivo para que todos participem da pesquisa, uma vez que deverão contar para os demais suas descobertas. Essa estratégia mobiliza as habilidades de interpretação, análise, levantamento de hipóteses e organização das informações e as habilidades de comunicação.

Os estudantes devem ser organizados em grupos com integrantes diferentes, para que em 6 minutos possam contar os resultados da pesquisa, complementando ou aprendendo algo que não haviam pesquisado.

Em seguida, pode ser realizada a socialização desses grupos para os demais, com um fechamento organizado pelo professor.

Nessa semana, organize um momento para retomada das aprendizagens, oportunizando aos estudantes retomarem suas anotações para produção de um texto sobre o que aprenderam para organizar os temas que serão publicados no site.

Semana 3: 5 aulas

Continue a conversa com os estudantes, que a fita, por ter essa propriedade especial, na arte, ela aparece como uma inspiração, como nas obras de Escher que são inspiradas em elementos da Matemática, como as simetrias.

A partir dessa contextualização, proponha aos estudantes que façam um mapa conceitual, considerando o que sabem sobre transformações geométricas.

Para o mapa conceitual, oriente os estudantes a construírem um diagrama relacionando os conceitos sobre transformações geométricas, apresentando as relações hierárquicas entre os conceitos e os objetos de conhecimento.

A construção de mapas conceituais mobiliza as habilidades de interpretação, classificação, organização das informações e o raciocínio lógico.

Os estudantes podem ser organizados em grupos pequenos para essa construção, selecionando os conceitos de acordo com o que consideram mais importantes, identificar palavras-chaves relativas aos conceitos estudados entre outras informações que considerarem pertinentes.

Professor, apresente alguns modelos de mapa conceitual, orientando os estudantes que podem escolher a melhor forma para apresentar o mapa.

Após a apresentação, elabore uma síntese sobre o assunto, para ampliarmos a análise na exploração das obras de Escher.

Para explorar as obras de Escher e o conceito das transformações geométricas, sugerimos a metodologia de rotação por estações. Os estudantes devem ser organizados em grupos, e, a cada estação, antes de iniciarem a atividade, devem registrar suas hipóteses sobre o resultado que será obtido. Antes de mudar de estação, devem verificar suas hipóteses comparando com o resultado da atividade finalizada, registrando suas observações. Eles devem comparar os dois resultados, e refletir a partir dos questionamentos: quais conceitos matemáticos foram utilizados? O resultado obtido foi igual ao imaginado? Qual foi sua conclusão?

Professor, a seguir, algumas sugestões para organizar as estações. Pesquise as obras citadas para desenvolver as estações.

Para que todos os estudantes participem, é possível organizar dois ou mais grupos de estações iguais, garantindo a participação de todos ao mesmo tempo.

1ª estação: disponibilize a obra Mural de azulejo e folhas de papel vegetal, ou outro tipo, de forma que os estudantes consigam fazer o contorno da imagem.

Sugestão de comando: antes de iniciar a atividade, o que você acha que vai acontecer se contornar uma das figuras escuras e deslocá-la sobre as demais? Registre sua hipótese. Em seguida, so-

bre uma das figuras escuras, coloque a folha de papel vegetal, e contorne uma das figuras, depois, desloque-a sobre as demais. O que você pode observar?

2ª estação: na obra "Anjos e demônios", identifique quais transformações foram aplicadas a partir da análise de uma figura. Justifique como identificou essas transformações.

3ª estação: analise a obra "Dia e Noite", de Escher. O que é possível observar em sua estrutura?

Na 1ª estação, espera-se que os estudantes observem que as figuras brancas e pretas possuem a mesma forma, ao deslizar a folha de papel vegetal, devem perceber que as figuras coincidem, assim temos a simetria axial.

Na 2ª estação, espera-se que os estudantes observem que há uma divisão com 4 eixos de simetria. Também está presente a rotação, pois, independentemente de onde se toquem as pontas de 4 asas, é possível fazer uma rotação de 90º e, de novo, tornar congruente. Há linhas horizontais e verticais através dos eixos médios do corpo de todos os anjos e demônios. Há eixos de reflexão com translação que formam ângulo de 45º com os eixos de reflexão.

Na 3ª estação, os estudantes devem observar que as formas possuem o mesmo tamanho e o mesmo formato.

SAIBA MAIS

Para as estações, você poderá apresentar outras obras de Escher. O Mundo Mágico de Escher. Disponível em: **https://cutt.ly/ENtoSAF**. Acesso em: 24 out. 2022.

Organize uma roda de conversa para que os estudantes socializem suas produções, ajustando os pontos que achar necessário.

SISTEMATIZAÇÃO

Semana 4: 5 aulas

Para dar significado às aprendizagens, converse com os estudantes que a fita de Möbius e as obras de Escher têm coisas em comum.

A fita de Möbius representa a ideia de infinito:



Fonte: **https://cutt.ly/tVxTYV2**

Essa mesma ideia de infinito está presente nas obras de Escher.

Proponha aos estudantes uma pesquisa referente às técnicas utilizadas por Escher e aplicar essa técnica para criarem individualmente uma obra de pavimentação do plano (também conhecida como tesselação).

SAIBA MAIS

Esse artigo apresenta uma atividade prática sobre isometrias e pavimentações, que poderá ser explorada em sala de aula.

Escher, arte e matemática: isometrias e pavimentações. Disponível em: **https://cutt.ly/qVhkETG**. Acesso em: 05 set. 2022.

Ao longo da produção, sugerir que os estudantes anotem os tipos de transformações utilizadas.

Organize um cronograma para essas aulas, incluindo a apresentação das produções dos grupos. Depois, os estudantes organizam essas produções para o site de produção científica.

ATIVIDADE 2

INTRODUÇÃO

Semana 5: 5 aulas

Professor, para dar continuidade aos diferentes olhares para a geometria, a proposta é que os estudantes produzam uma obra de Arte Moderna Cubista, a partir de estruturas geométricas básicas, como polígonos regulares, não regulares, e sólidos geométricos.

Oriente os estudantes a organizarem seus registros em um portfólio para organizar as produções ao longo do percurso.

Para iniciar, explore junto aos estudantes o que sabem sobre as características e elementos de figuras geométricas. Para mobilizá-los, proponha o jogo que dá pistas de algumas características dos polígonos, e eles devem descobrir qual é o polígono. Primeiramente, solicite que formem grupos de 5 ou 6 integrantes, depois, cada integrante recebe uma ficha, na qual anotará o nome da figura "cantada" pelo professor. Ao fim da rodada, o professor vai anotar no quadro (ou outro instrumento) as respostas que os próprios estudantes vão dizer.

Para a pontuação: atribui-se um ponto para cada resposta correta que colocou na ficha, e, da mesma forma, perde um ponto por cada erro. No final, é feita a contagem dos pontos, e vence o grupo com o maior número de pontos.

Bingo Geométrico (as descrições aqui são apenas sugestões, você pode acrescentar ou modificá-las conforme julgar mais adequado.)

Ficha do professor (com a resposta) **Esse polígono...**	
1	é um tipo de figura que possui apenas duas dimensões. (figura plana)
2	é um polígono cujo número de diagonais distintas coincide com o número de lados (pentágono)
3	é um polígono que pertence ao grupo dos quadriláteros, com duas bases paralelas, sendo uma menor e a outra, maior. (trapézio)
4	tem seu volume, calculado segundo a fórmula: altura x largura x comprimento. (paralelepípedo)
5	é um polígono que possui 4 ângulos internos medindo 90º cada um. (retângulo)
6	é um polígono regular com exatamente 35 diagonais. (decágono)

Ficha do professor (com a resposta) **Esse polígono...**	
7	é uma figura formada pelo conjunto de pontos equidistantes de um ponto, chamado centro (circunferência)
8	é um polígono que possui duas dimensões e três lados. (triângulo)
9	é uma figura espacial com seis faces, todas quadradas (cubo).
10	é um conjunto de todos os segmentos que ligam os pontos de um círculo (base) a um ponto fora do plano em que ele está contido. (cone)
11	é um polígono que possui 3 lados com medidas diferentes (triângulo escaleno).
12	é uma figura espacial formada por uma base quadrada e quatro faces triangulares. (pirâmide da base quadrada)
13	é um polígono regular, com seus ângulos internos medindo 120º, e área igual à soma das áreas de seis triângulos que podem ser determinadas no interior deste polígono. (hexágono regular)

Entregue para os estudantes uma ficha como esse modelo. Também poderá colocar esse modelo na lousa.

Ficha do estudante	
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	

Durante a verificação das respostas, observe os pontos que devem ser esclarecidos, proporcionando um momento de discussão para que os estudantes possam argumentar suas escolhas para as respostas. Ao finalizar essa conversa, todos fazem a contagem da pontuação para saber qual grupo é o vencedor.

Em seguida, a proposta é a de que os estudantes possam aplicar esses conhecimentos, criando um quadro segundo o movimento cubista, com uso de aplicativo digital de desenho ou de papel, lápis, réguas e compasso.

SAIBA MAIS

O vídeo a seguir, apresenta a ideias e a história do Cubismo. Cubismo- Toda matéria. Disponível em: **https://cutt.ly/jKmjfCv**. Acesso em: 04 set. 2022.

Alguns pontos sobre a arte Cubista a ser tratado com os estudantes para que possam fazer escolhas para suas produções. Explore a arte Cubista em relação à divisão das três fases e a relação com a Matemática:

A primeira fase conhecida como Cezanniana (1907 e 1909), teve como precursor desse movimento o artista Paul Cézanne. Em suas obras estavam presentes as formas geométricas como círculos, cubos, cilindros e cones.

A segunda fase, a Analítica (1910 e 1912), a relação com a Matemática tem a ver com a introdução da quarta dimensão, mesmo mantendo um certo estatismo nas formas aplicando os planos achatados. Os motivos eram irreconhecíveis, usavam a bicromia, cores como ocre e cinza.

E a última fase conhecida como Sintética (1912 a 1914), a relação com a matemática estão nas formas geometrizadas planas com menos planos e pontos de vistas em relação à fase anterior. Os motivos são reconhecíveis, e retornando à policromia, com cores mais vibrantes.

SAIBA MAIS

Professor, para conhecer exemplos de arte Cubista e propor ideias para os estudantes, com diferentes materiais. Cultura Genial. Cubismo. Disponível em: **https://cutt.ly/CVhQKyH**. Acesso em: 19 set. 2022.

Algumas sugestões de temas: “Meios de transportes”, “Alimentos”, “Infância”, “Animais” e “Natureza”.

Após a conclusão da atividade, organize uma exposição, para apreciação das obras pela comunidade escolar. Oriente os estudantes sobre o tempo que terão para realizar essa construção.

DESENVOLVIMENTO

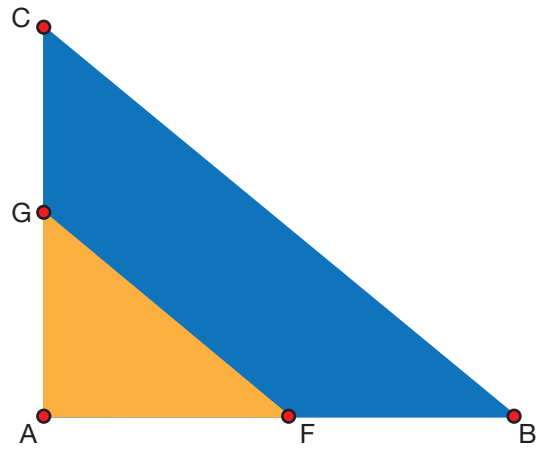
Semanas 6 e 7: 10 aulas

Agora, em continuidade ao estudo das formas, o foco será na Homotetia, uma das transformações geométricas em que se amplia ou reduz uma figura, mantendo sua forma.

SAIBA MAIS

Professor, para ampliar os conhecimentos sobre Homotetia, sugerimos a leitura sobre atividades investigativas. Transformação Geométrica- Homotetia: Disponível em: **https://cutt.ly/yVOksCa**. Acesso em: 25 set. 2022.

Inicie as discussões com os estudantes apresentando algumas figuras aleatórias, sendo uma em tamanho original e outra ampliada, ou reduzida, atente-se para que algumas das figuras sejam ampliadas apenas para os lados, ou somente na altura (o que descaracteriza homotetia), assim como algumas que tenham preservado a razão k entre seus lados.



Os triângulos **ABC** e **AFG** são **semelhantes** na razão $k = \frac{1}{2}$.

Cada lado de **ABC** tem o seu homólogo (correspondente) em **AFG**, cuja medida está reduzida à metade.

São, portanto, **proporcionais**.

Os **ângulos** correspondentes se mantêm com as mesmas medidas - **são congruentes**.

Fonte: Elaborado para esse material.

Instigue-os a perceberem e relacionarem suas percepções com os aplicativos de celulares e edição de imagens que possuem.

Em uma roda de conversa, traga algumas questões pertinentes sobre essas modificações, como a fidelidade da imagem resultante após uma ampliação ou redução, ou porque uma ampliação de fotografia pode ficar sem foco e o contrário não acontece.

Questione-os sobre as máquinas que fazem cópias ampliadas ou reduzidas, de que forma realizam esse tipo de ação?

Após as discussões, os estudantes realizam uma oficina de fotos para documentos, na qual deverão pesquisar e modificar fotos em diferentes tamanhos.

O ideal para esta atividade é que sejam utilizados computadores, ou outro equipamento digital para edição de imagem.

Inicialmente, em duplas, os estudantes devem escolher o que vão fotografar a partir de um tema, depois, devem transferir as imagens para um arquivo digital, e então iniciarem as edições.

Deverão calcular a razão de semelhança k, a partir do tamanho original da foto, observando suas modificações quando se amplia ou reduz a imagem de forma aleatória. Devem organizar os dados em tabela, para compor o portfólio.

Após a atividade inicial, para se familiarizar com o programa e reconhecer as principais características, os estudantes devem obter imagens de tamanhos padronizados, para tanto, irão perceber a complexidade em ampliar ou reduzir de forma proporcional uma imagem, para manter o princípio da homotetia e obter dimensões específicas.

Apresentamos aqui algumas medidas oficiais de fotografias para documentos, que devem ser sugeridas para os estudantes.

TIPO DE DOCUMENTO	TAMANHO DA FOTO
RG	3 x 4 cm
Passaporte Brasileiro	50 x 70 mm
Passaporte Europeu	2 x 2 pol

Como conclusão desta atividade, os estudantes elaboram um mural digital de fotos, que poderá ser divulgado para todos, por meio de link, ou mesmo *QR Code*.

SAIBA MAIS

Conheça sobre o mural digital Padlet nesse tutorial, elaborado pela UFSCAR. Disponível em: **https://cutt.ly/OCooZR3**. Acesso em: 01 set. 2022.

SISTEMATIZAÇÃO

Semana 8: 5 aulas

Para aplicar o que os estudantes estudaram sobre homotetia, organize-os em grupos para explorarem os tipos de fotografias. Conte a eles que cada fotografia tem uma intenção e um contexto, como por exemplo:

Fotografia de retrato	Fotojornalismo	Fotografia de moda	Fotografia artística
Fotografia social	Fotografia científica	Fotografia de culinária	Fotografia de viagens
Fotografia de paisagem	Fotografia documental	Fotografia esportiva	Fotografia arquitetônica

Cada grupo deverá escolher um tipo de fotografia, pesquisar sobre o tipo escolhido e providenciar a foto com as características para fazer uma ampliação ou redução da fotografia.

Compartilhar com os colegas suas experiências, contando o processo que utilizaram para ampliar ou reduzir a foto. Esse processo pode ser manual ou por meio do uso da tecnologia, e nesse caso, devem compartilhar com os demais estudantes a técnica utilizada, sendo possível agregar técnicas estudadas anteriormente.

ATIVIDADE 3

INTRODUÇÃO

Semana 9: 5 aulas

Professor, neste percurso, vamos ampliar os estudos sobre os fractais e suas estruturas. A intenção é que o estudante reconheça os padrões e perceba a relação fractal existente, tanto no contexto numérico, quanto nas formas apresentadas na natureza, ou criadas pelo homem, como a arte.

Movimente a turma com um jogo inicial, para explorar as ideias da base de como se forma um fractal. Para mobilização, os estudantes se organizam em duplas. Eles vão precisar de uma folha de sulfite, um par de dados, régua e lápis.

Antes de iniciar o jogo, peça que leiam as instruções e criem hipóteses sobre qual será o resultado após finalizar o jogo. Eles registram suas hipóteses, e então iniciam o jogo.

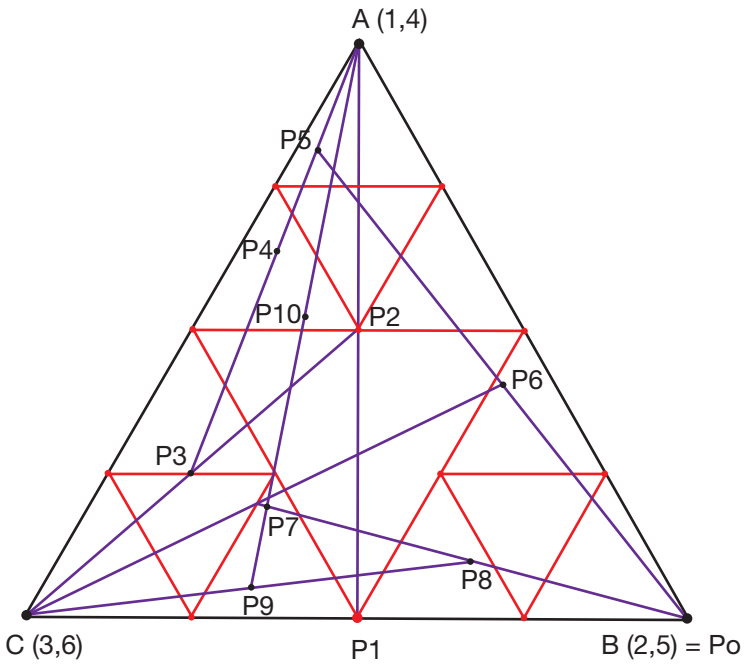
Jogo do Caos

Materiais: folha A4, 1 dado, lápis, régua.

Regra:

1. Desenhe um triângulo equilátero grande, nomeando os respectivos vértices por ABC.
2. Para cada vértice, formar um par ordenado de 1 a 6 sem repetir os números, por exemplo: (1,4); (2,5), (3,6). Mas esses pontos devem ser escolhidos pelos estudantes aleatoriamente.
3. Marcar P_o em qualquer lugar, exceto no seu centro, por exemplo, num dos vértices.
4. Marcar o ponto médio do lado oposto a P_o, traçar um segmento unindo P_o ao ponto médio, chamando de ponto P_1.
5. Marcar o ponto P_2, no ponto médio desse segmento.
6. Jogar o dado. Unir o ponto P_2 ao vértice do número que saiu no dado. Em seguida marcar o ponto médio desse segmento, nomeando como ponto P_3.
7. Jogar o dado novamente. Unir o ponto P_3 ao vértice do número que saiu no dado. Desse segmento encontrar o ponto médio e marcar o ponto P_4.
8. Jogar o dado sucessivamente (por exemplo P_{10} vezes ou mais). Marcar consecutivamente os pontos P_2, P_3, P_4, ..., P_{10} (ou mais), respectivamente, nos pontos médios dos segmentos de reta com extremo no ponto marcado na vez anterior, e outro no vértice do triângulo correspondente ao número sorteado pelo dado.
9. Marcar os pontos médios dos lados do triângulo.
10. Unir os pontos médios, formando triângulos.
11. Em seguida, de cada triângulo, marcar o ponto médio, formando novos triângulos, e continuar marcando os pontos médios dos lados dos triângulos sucessivamente.

Exemplo:



Fonte: Elaborado pelos autores_Jogo do Caos

Após a rodada, organize uma roda de conversa, e os estudantes contam suas experiências e retomam suas hipóteses para verificarem se ela se confirma ou não.
Os estudantes devem observar que, os triângulos vermelhos, são aqueles que "retiramos" quando marcamos os pontos médios dos lados. Observe que nenhum ponto está dentro dos triângulos vermelhos.

Professor, explore os aspectos geométricos das construções, a partir das situações de caos, no jogo dos dados. Chame atenção para a ordem que existe dentro do que aparentemente parece ser um caos.

DESENVOLVIMENTO

Semanas 10 e 11: 10 aulas

A intenção é que o estudante reconheça os padrões e perceba a relação fractal existente tanto no contexto numérico quanto nas formas apresentadas na natureza, ou criadas pelo homem, como a arte.

Conte para os estudantes que vão utilizar instrumentos como régua, compasso e transferidor para construir uma figura fractal, para compreenderem o processo de iteração. Ao final da construção, devem observar que repetindo os procedimentos, obtém-se um fractal.

Para essa atividade, os estudantes podem se organizar individualmente ou em grupos, e o trabalho se dará em etapas.

A figura inicial será um triângulo equilátero, assim todos poderão compreender a organização e os procedimentos para essa construção.

Converse também que uma figura fractal poderá ser determinada a partir de um padrão de crescimento ou decrescimento, construindo, então, novas figuras, sempre seguindo essa organização. Todas as figuras construídas irão compor uma estrutura fractal geométrica. Observe que não há um número mínimo ou máximo de figuras a serem construídas, mas oriente-os que ao optarem por utilizar o padrão de decrescimento em algum momento, a redução se torna mais complexa, assim como o resultado de formas muito grandes pode ser difícil de manusear.

Instruções 1:

- Desenhar um triângulo equilátero.
- Marcar os pontos médios dos 3 lados.
- Unir os pontos médios dos lados do triângulo, formando 4 novos triângulos equiláteros.
- Remover o triângulo central (pintando-o com uma cor clara).
- Repetir em cada um dos triângulos não eliminados (os dos cantos) as mesmas construções anteriores.
- Repetir os processos anteriores sucessivamente, pelo menos mais duas ou três vezes.

Instrução 2:

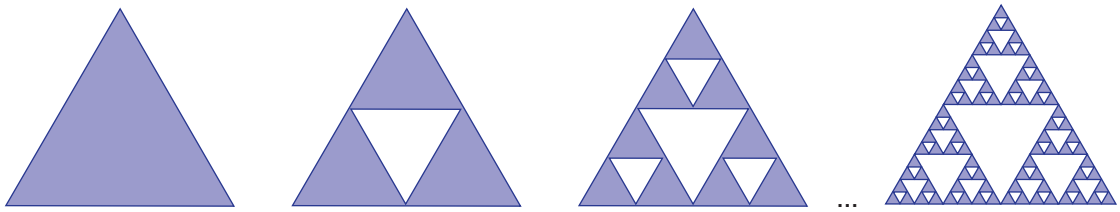
- Colorir os triângulos não "eliminados" com cor escura.

Instrução 3:

- A figura 2 será chamada iniciador-gerador, representando o nível 0 do fractal (as figuras sucessivas representam respectivamente o nível 1, nível 2, nível 3... do fractal.
- Para cada construção, os estudantes devem anotar as medidas encontradas.

Nível	Número de triângulos	Comprimento do lado do triângulo	Altura do triângulo	Perímetro do triângulo	Área do triângulo
0					
1					
2					
3					

Apresente, após a finalização, a imagem esperada após a construção.

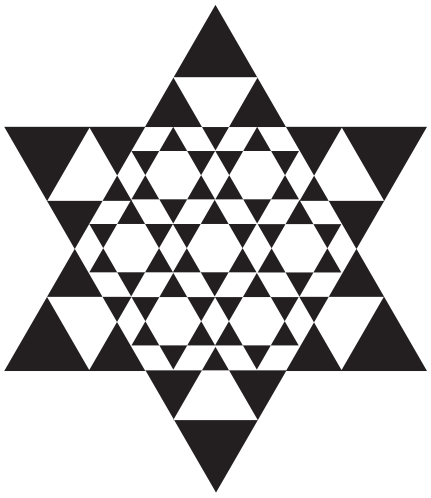


Fonte: Elaborado para esse material

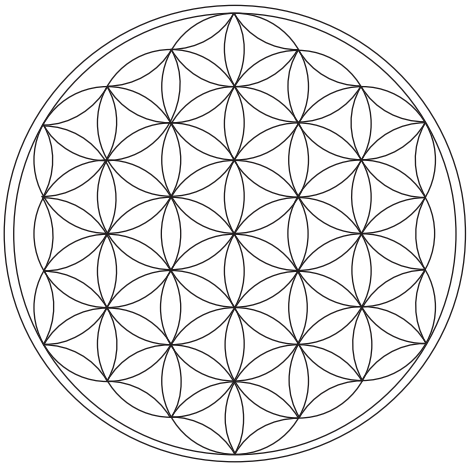
Após finalizada a construção, informe-os que esse é o Triângulo de Sierpinski, explore a construção para que os estudantes possam fazer observações quanto à construção. Uma das propriedades de um fractal é a de que a parte é semelhante ao todo, chamada de autossimilaridade. A partir dessa construção, explorar as características dos fractais: todo fractal deve ter a propriedade de autossimilaridade.

Proponha, aos estudantes, construírem uma nova figura a partir de um polígono regular. Essa construção pode ser desenhada no papel, como a atividade anterior ou então, é possível propor aos estudantes que recortem as partes que devem ser eliminadas, assim poderão observar o que acontece com a área dessa figura.

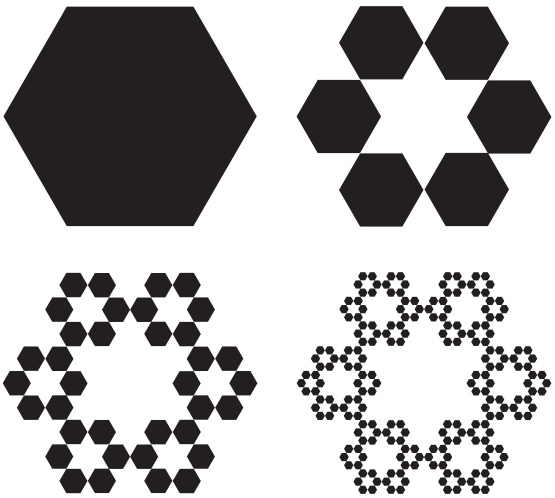
Aqui temos algumas possibilidades de construções utilizando as figuras geométricas, os estudantes podem realizar pesquisas para se inspirarem.



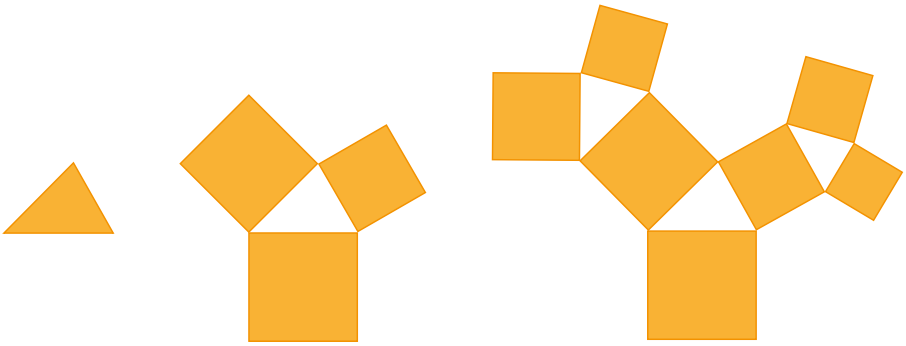
Estrela Fractal.
Disponível em: **https://cutt.ly/pV4RCoY**.
Acesso em: 20 set. 2022.



Flor da Vida.
Disponível em: **https://cutt.ly/dV4RN5P**.
Acesso em: 20 set. 2022



Fonte: Elaborado para o material_Fractal hexagonal



Fonte: Elaborado para o material_árvore fractal

Reforce para a turma que, tanto para um único tipo de figura, ou para composição, é possível estruturar uma forma fractal. Importante que chame a atenção deles para o fato de que essa estrutura pode ser infinita.

Ao longo da atividade, é importante os estudantes registrarem suas percepções e a forma como estão desenvolvendo o projeto, anexando, depois, ao portfólio.

SAIBA MAIS

Sugerimos o artigo a seguir que trata dos cálculos para o Ensino Médio referente aos fractais, é uma opção para ampliar esses conhecimentos. Uma árvore de Pitágoras: explorando os fractais no Ensino Médio.
Disponível em: **https://cutt.ly/10nrLB8**. Acesso em: 22 set. 2022.

As construções podem ser realizadas utilizando um software de geometria dinâmica, possibilitando a construção de níveis mais altos para observar o processo de iteração na formação de um fractal.

Importante dar opções para que os estudantes possam criar a melhor forma para apresentar suas construções. Solicite também que produzam um texto sobre suas escolhas e o processo de construção, como materiais, passa a passo e o planejamento desse processo.

SISTEMATIZAÇÃO

Semana 12: 5 aulas

Professor, ao finalizarem as construções, pesquisas e desenvolvimento da atividade, organize uma apresentação das produções, em formato de exposição guiada.

Propomos aqui uma organização em um ambiente, que pode ser a própria sala de aula, dispondo as produções de formas variadas.

A exposição pode ser feita para as outras turmas, em pequenos grupos, para que os estudantes expliquem sobre sua obra, como foi sua montagem, os cálculos necessários etc.

Sugerimos elaborar um cartaz sobre Fractais, a ser exposto no início do percurso, de modo que o visitante tenha ideia do teor da apresentação.

Ao final da exposição, os estudantes podem socializar suas observações e apontamentos. Aproveite este momento para dar um *feedback* dos trabalhos realizados.

ATIVIDADE 4

INTRODUÇÃO

Semana 13: 5 aulas

Após as construções, vamos estudar sobre a dimensão fractal. Conte para os estudantes que a dimensão fractal tem a ver com o grau de ocupação de sua estrutura no espaço que contém essa estrutura. O conceito da dimensão, conforme Hausdorff é baseado em conceitos de topologia, por esse motivo sugerimos atividades mais práticas envolvendo a construção de fractais mais conhecidos, que podem ser ampliados a partir da História da Matemática.

Retome a construção do Triângulo de Sierpinski, para que observem o que acontece com a dimensão do fractal a cada nível, quando "elimina-se" uma parte após o processo de iteração. Essa dimensão é interessante, pois não se trata necessariamente de um número inteiro.

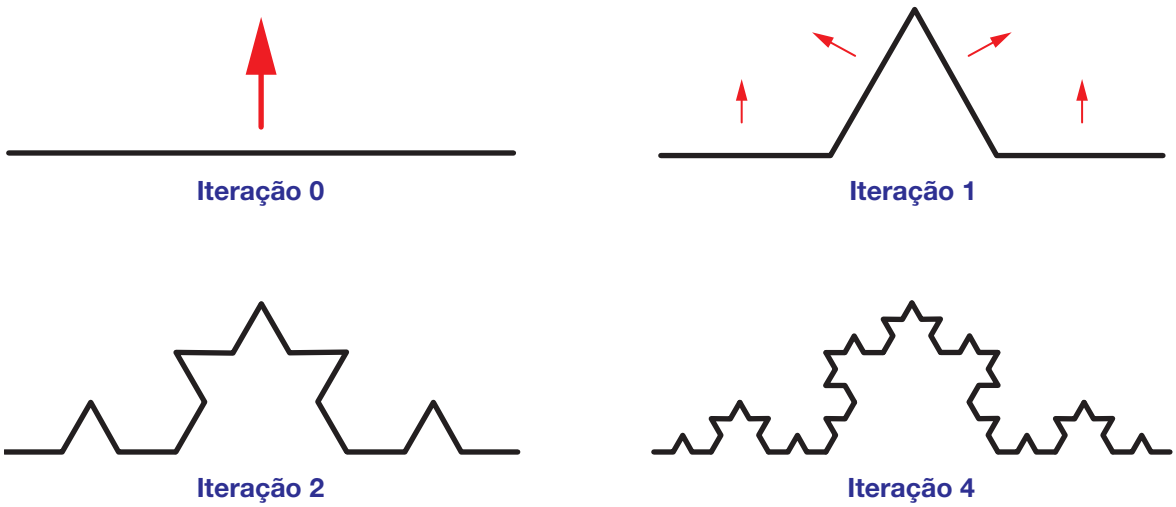
O primeiro tipo de fractal para esse estudo, são os fractais pela fronteira. Questione os estudantes se fazem ideia do que seja esse tipo de fractal, visto que já tiveram contato com as construções anteriormente.

Após as respostas, conte que são fractais obtidos a partir da substituição de parte por uma cópia do todo reduzida, obtida a cada iteração, assim uma nova imagem se remete à anterior em algumas regiões. A primeira construção será a Curva de Koch.

Antes do início da construção, ao construir o primeiro segmento, conte aos estudantes que iremos dividir esse segmento em 3 partes iguais, vamos retirar o segmento central e substituir por um triângulo equilátero. Com essa informação, solicite que façam um esboço do que acham que tipo de figura vai ser obtida ao final. Esse momento é importante para que possam imaginar e criar hipóteses. Esse registro deve ser feito no portifólio, assim poderão fazer as considerações ao final do processo de construção.

Concluída essa parte, entregue para os estudantes os passos da construção ou se preferir, anote na lousa. Oriente-os que utilizem lápis para fazer essa construção.

1. Construa um segmento de reta de 12 cm por exemplo.
2. Divida esse segmento de reta em 3 partes iguais.
3. Retire o segmento central (pode apagar). Nesse intervalo, construir um triângulo equilátero. Para essa construção, é possível utilizar o compasso para transferência de medidas. Assim ficará 4 segmentos de mesmo comprimento.
4. Continue o processo, fazendo a iteração, repetindo os passos 2 e 3 para cada um dos segmentos.



Fonte: Public Domain, **https://cutt.ly/dV644nk**.
Acesso em: 22 set. 2022. Adaptado.

Acompanhe as construções dos estudantes, verifique se compreenderam o procedimento e a iteração para obter as demais figuras.

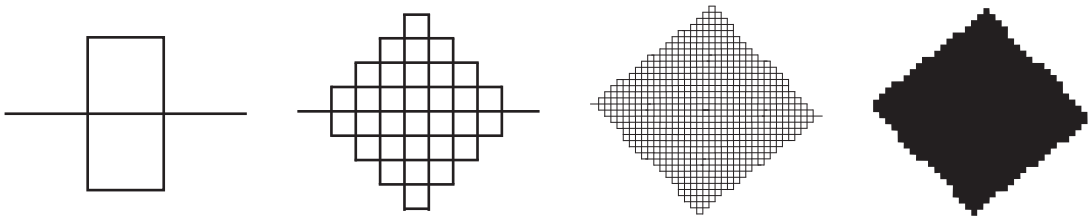
Explore também as "quebras" que acontecem a cada iteração, e apresente a construção final para que possam comparar com a hipótese inicial.

Conte para os estudantes que esse tipo de fractal tem aplicação em design de antenas, pois possuem um grande perímetro em uma pequena área. Explore esses pontos com os estudantes.

Oriente-os a inserir no portfólio suas construções e produzirem um pequeno texto sobre essa experiência para compor o site.

Para a próxima construção, os estudantes podem fazer o mesmo procedimento, desta vez eles leem os procedimentos e registram a figura que acham que será obtida ao final. Em seguida iniciam a construção.

1. Construa um segmento.
2. Dividir esse segmento em 3 partes de mesma medida.
3. Em cada lado do segmento central, construa um quadrado, cujo lado tenha o comprimento do segmento central.
4. Para cada segmento, repita os passos 2 e 4.



Iteração 1 Iteração 2 Iteração 3 Iteração 4

Fonte: Fractais: motivando a matemática no Ensino Médio.[1]

Proponha aos estudantes a criação de um fractal que tenha essas características, a substituição das partes. Essa proposta poderá ser realizada em grupos, para que possam discutir e redigir o passo a passo da escolha do fractal. Destaque que devem fazer o planejamento, como por exemplo, o que desejam construir e a partir de qual objeto. Essa produção, após finalizada, deverá ser socializada com os demais colegas para possíveis ajustes e então, produzirem mais um conteúdo para o site.

DESENVOLVIMENTO

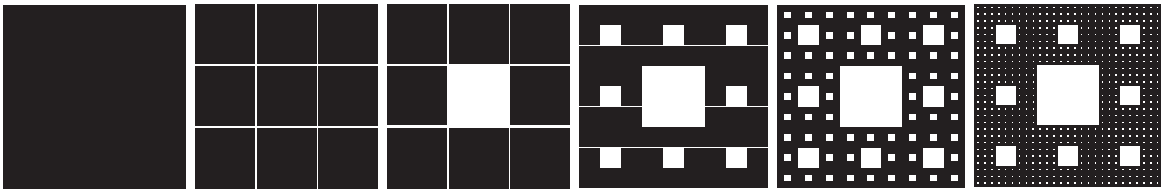
Semana 14: 5 aulas

Explorando ainda os tipos de fractais, o próximo passo serão os fractais por remoção. Converse com os estudantes que o triângulo de Sierpinski construído anteriormente, é um exemplo de fractal por remoção.

Para ilustrar esse fractal, vamos construir o Tapete de Sierpinski. Antes de iniciar, solicite aos estudantes que criem hipóteses sobre a figura que será obtida a partir da leitura das etapas, em seguida, eles iniciam a construção para comparar com as hipóteses levantadas inicialmente.

1. Construa um quadrado e considere sua área interna.
2. Divida o quadrado em 9 quadrados iguais.
3. Remova o quadrado central (pintando com uma cor mais clara ou se for possível recortando essa parte central.)
4. Para dar prosseguimento, continue a iteração repetindo os passos 2 e 3.

[1] Junior, Fábio Médice.Fractais: motivando a matemática no Ensino Médio.67 pág. **UFRRJ-** Instituto de Ciências Exatas Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional **PROFMAT.Seropédica, RJ. 2014.**



Quadrado | Divisão em 9 partes | Iteração 1 | Iteração 2 | Iteração 3 | Iteração 4

Fonte: **https://cutt.ly/cV646I9**. Acesso em: 22 set. 2022. Adaptado.

Após a construção, em uma roda de conversa, os estudantes relatam como foi a experiência na construção desse tipo de fractal. Observe se compreenderam a diferença entre o tipo por substituição e por redução.

Explore a área das figuras, entrando na questão da dimensão fractal. Apresente as imagens para os estudantes e explore o que acontece com a área e o perímetro de cada iteração.

SAIBA MAIS

Esse artigo apresenta uma atividade prática sobre isometrias e pavimentações, que poderá ser explorada em sala de aula.

Sobre a dimensão fractal, sugerimos a leitura do Capítulo 4 – página 36. A geometria fractal como instrumento para o ensino de Matemática. Disponível em: **https://cutt.ly/vVOLVXx**. Acesso em: 22 set. 2022.

Semana 15: 5 aulas

E como será que os fractais que possuem como figura inicial os sólidos geométricos? Propomos desenvolver a metodologia ativa baseada na cultura maker, em que a principal ideia é a de qualquer pessoa possa criar suas próprias soluções para resolver um problema apresentado, ou montar objetos, assim o foco está no aprender fazendo.

Organize a turma em grupos, para que possam construir a Esponja de Menger. Vamos utilizar a modelagem para construir a sequência dos hexaedros que são gerados a partir da remoção dos centrais. Os grupos devem decidir como vão construir os cubos e os materiais que serão utilizados, preferencialmente com materiais não estruturados.

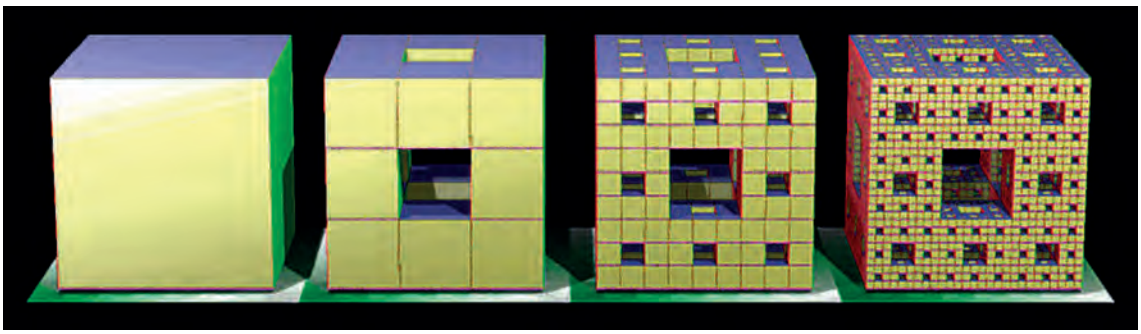
Após finalizarem a construção dos cubos, iniciam a montagem da estrutura da Esponja de Menger. Inicialmente, proponha até a 1ª iteração. O desafio para os grupos será a continuidade da construção com o maior número de iterações possíveis, seguindo os passos iniciais:

1. Iniciar com a construção de um cubo.
2. Dividir as faces do cubo em 9 quadrados, ou seja, dividir o cubo inicial em 27 cubos menores.
3. Montar um novo cubo com os cubos menores, eliminando-se o cubo central de cada face e cubo central, restando 20 cubos.
4. Para a próxima iteração, repete-se os passos anteriores para cada um dos 20 cubos menores restantes.

O 4º passo é o desafio dos estudantes, usando a criatividade para montar a próxima iteração. Lance esse desafio e os grupos podem seguir o desafio mostrando todas as iterações que realizaram.

Agende uma data para apresentarem as construções e cada passo, que pode ser por meio de um vídeo mostrando o processo de construção, uma apresentação mais formal, ou seja, podem escolher a melhor forma para essa apresentação.

Veja a seguir as iterações:



Nível 0 Nível 1 Nível 2 Nível 3

Fonte: **https://cutt.ly/eV4T2ES**. Acesso em: 25 set. 2022.

Sugerimos o vídeo a seguir que apresenta a construção da Esponja de Menger por meio da construção de quadrados encaixados a partir de pequenos retângulos. Mega Menger: Building a Menger Sponge at MIT. Disponível em: **https://cutt.ly/iVQuysj**. Acesso em: 23 set. 2022.

Após a construção, explore a transformação do hexaedro, para que os estudantes analisem e compreendam a estrutura, explorando a iteração 1. Para que possam fazer generalizações por meio dos níveis de iterações. Explore também as relações matemáticas que estão envolvidas. Alguns questio-

namentos podem ser feitos: qual a relação da Esponja de Menger com as estruturas do Triângulo de Sierpinski? O que acontece com o volume do hexaedro quando o número de iterações aumenta? O que acontece com a área da face do hexaedro quando o número de iterações aumenta?

Sobre a Esponja de Menger, conte que sua forma, um cubo aberto, transpassado por uma grande quantidade de poros, todos conectados uns aos outros, que inspira pneumologistas, construtores de automóveis e ainda empresas de construção.

Para explorar os conceitos matemáticos, junto com os estudantes, construa a tabela a seguir, que indica a quantidade de iterações, o comprimento da aresta, a quantidade de hexaedros, volume e área da superfície para que os estudantes possam contribuir com o que já sabem sobre os cálculos de área desses sólidos.

Nível (iterações)	**0**	**1**	**2**	**3**	**...**	**n**
Cubos centrais removidos	0	7×20^0	7×20^1	7×20^2	...	$7 \times 20^{n-1}$
Cubos restantes	1	20^1	20^2	20^3	...	20^n

Proponha aos estudantes completarem o quadro, assim poderão ter uma ideia da construção que farão para completar o desafio.

Em seguida socializam suas respostas e registram no portfólio para compor a apresentação do desafio.

SISTEMATIZAÇÃO

Semana 16: 5 aulas

Organize as apresentações do desafio e as produções para completar o site, divulgando os estudos dos grupos, lembre-se de solicitar as autorizações dos responsáveis para publicação dos vídeos e apresentações no site.

Após compartilharem suas produções, se necessário, oriente os grupos a reescreverem fazendo os ajustes antes da publicação.

ATIVIDADE 5

INTRODUÇÃO

Semana 17: 5 aulas

Ampliando a conversa em De Olho na Geometria, vamos explorar alguns aspectos geométricos presentes na cartografia, pois a Geografia e a Matemática estão articuladas nas construções cartográficas.

Para diagnosticar os conhecimentos dos estudantes sobre o assunto, explore a partir de questões que sejam familiares a eles: o que é um mapa? Para que serve um mapa? Já elaboraram algum mapa? Anote as respostas dos estudantes em um painel para que todos possam visualizar e verificar quais têm relação com um mapa.

Espera-se que os estudantes comentem que um mapa é uma representação gráfica, em escala reduzida, da superfície total ou parcial da Terra, de uma região, da esfera celeste etc.; ou uma carta.

Em continuidade, entregue folhas A4 para os grupos de estudantes e proponha que desenhem um mapa de um local escolhido por eles. Nesse registro, devem listar quais elementos da geometria utilizaram para essa construção.

Após a finalização, os grupos socializam suas produções e contam sobre o local representado no mapa e os elementos da geometria que utilizaram para essa representação. Verifique se os grupos representaram as divisões das ruas, quarteirões, lugares de referência e qual foi a perspectiva foi desenhada.

Para dar continuidade, providencie a visualização do mapa da cidade a partir de ferramentas de geolocalização. Distribua para os grupos de forma que possam identificar a escola e alguns pontos de referência, observando a matemática envolvida nesses gráficos.

Devem observar a escala utilizada e interpretar as legendas. Explore essa relação da escala nos mapas, em relação às distâncias de pontos importantes da cidade e como está registrada essas distâncias.

SAIBA MAIS

Para conhecer a conexão entre a cartografia e a matemática, sugerimos a leitura a leitura do artigo: A interdisciplinaridade entre Matemática e Geografia: inferindo conceitos de localização e distâncias na cidade. Disponível em: **https://cutt.ly/CVOXYZk**. Acesso em: 22 set. 2022.

Os estudantes compreenderam a legenda? Como interpretaram as informações presentes nesse mapa? Questões como essa podem ser formuladas para que compreendam que a cartografia faz uso de conceitos matemáticos.

DESENVOLVIMENTO

Semana 18: 5 aulas

Organize os estudantes em grupos para realizarem uma pesquisa sobre as projeções cartográficas.

Esses grupos deverão escolher uma projeção cartográfica e planejar uma apresentação trazendo os elementos da matemática presentes, inclusive contextualizando momentos históricos e curiosidades sobre a cartografia e sua evolução.

Oriente-os quanto ao planejamento, as tarefas de cada grupo, as etapas da pesquisa e a apresentação.

SAIBA MAIS

Em relação às projeções cartográficas, sugerimos a leitura a seguir para organização da pesquisa. Outras fontes podem ser consultadas. IBGE. Conceitos Gerais: o que é cartografia? Disponível em: **https://cutt.ly/NVOEpWA**. Acesso em: 22 set. 2022.

A partir da leitura acima, organize os temas para a divisão dos grupos.

Lembre-os que essa produção poderá fazer parte do conteúdo que será enviado para o site.

Você pode sugerir que criem os mapas utilizando outros tipos de materiais para uma exposição para a comunidade escolar.

Compartilhe as construções em: #DeOlhoNaGeometriaSP.

Elabore um cronograma de apresentação e estipule um tempo para as apresentações.

Junto com os estudantes, elaborem uma rubrica para avaliação das produções.

Ao finalizarem as apresentações, organize uma conversa para dar as devolutivas do processo.

Semana 19: 5 aulas

Nesta semana, os grupos devem retomar seus registros para organização dos conteúdos para o site. Eles devem selecionar a forma de apresentação, criar podcast, por exemplo ou vídeo para explicar o que aprenderam até o momento. Os produtos criados podem ser fotografados para subir junto com o conteúdo.

Aproveite esse momento para conversar sobre as licenças de uso ao publicar material e as indicações de fontes considerando os direitos autorais das fontes pesquisadas.

Em conjunto com os demais professores dessa unidade curricular, verifique a possibilidade de socializar as produções com a comunidade escolar, entre as turmas ou ampliar essa divulgação.

SISTEMATIZAÇÃO

Semana 20: 5 aulas

Momento de organizar a apresentação e colocar em prática o planejamento. Após as apresentações, promova um momento para autoavaliação

AVALIAÇÃO

Ao final, organize uma devolutiva sobre o trabalho desenvolvido e as produções que foram publicadas para o site. Observando se:

- Investigam e analisam situações-problema identificando e selecionando conhecimentos matemáticos relevantes para uma dada situação, elaborando modelos para sua representação.
- Levantam e testam hipóteses sobre variáveis que interferem na explicação ou resolução de uma situação - problema elaborando modelos com a linguagem matemática para analisá-la e avaliar sua adequação em termos de possíveis limitações, eficiência e possibilidades de generalização.
- Reconhecem produtos e/ou processos criativos por meio de fruição, vivências, reflexão crítica na produção do conhecimento matemático e sua aplicação no desenvolvimento de processos tecnológicos diversos.
- Selecionam e mobilizam intencionalmente recursos criativos relacionados à Matemática para resolver problemas de natureza diversa, incluindo aqueles que permitam a produção de novos conhecimentos matemáticos, comunicando com precisão suas ações e reflexões relacionadas a constatações, interpretações e argumentos, bem como adequando-os às situações originais.
- Avaliam como oportunidades, conhecimentos e recursos relacionados à Matemática podem ser utilizados na concretização de projetos pessoais ou produtivos, considerando as diversas tecnologias disponíveis e os impactos socioambientais.

COMPONENTE 2

GEOMETRIA E EQUILÍBRIO

Duração: 30 horas
Aulas semanais: 02 aulas
Quais professores podem ministrar este componente: Física ou Matemática

INFORMAÇÕES GERAIS:

Professor, neste componente, serão analisadas diferentes formas pelas quais as forças atuam sobre os corpos. Para isso, é importante a compreensão das condições de equilíbrios de corpos extensos, noções sobre centro de gravidade de objetos genéricos, centro geométrico de figuras planas, e a aplicação desses conhecimentos em diferentes contextos da vida cotidiana, na arte, e até mesmo em alguns projetos de engenharia.

Dessa forma, espera-se que sua turma possa investigar e analisar conceitos relacionados às forças (atrito, gravitacional, normal, peso, entre outras), para compreender a estabilidade de uma ponte, por exemplo, e outros conhecimentos físicos associados a esses estudos.

Diante disso, apresentamos sucintamente a descrição das 5 atividades sugeridas.

A **primeira atividade** tem o objetivo de contribuir para que os estudantes possam compreender o conceito de centro de gravidade de um corpo genérico. Para fazer isso, inicialmente, procura-se, por meio de atividades práticas, diferenciar centro geométrico de centro de gravidade. Em seguida, propõe-se outras atividades experimentais, para deixar mais claro para sua turma a compreensão do conceito de centro de gravidade.

Essa atividade também tem como uma de suas propostas que a sua turma inicie o processo de construção de um site, que servirá como um repositório digital para que todos os componentes desta unidade curricular possam publicar as suas principais discussões e, posteriormente, compartilhar essas aprendizagens para a própria unidade escolar e, se for o caso, para além dela.

A proposta para a **segunda atividade** baseia-se no estudo sobre equilíbrio do ponto material, do corpo extenso, e também em situações práticas relacionadas ao centro de gravidade e equilíbrio do corpo humano. Pretende-se, com isso, ajudar sua turma a perceber como esses conhecimentos podem aparecer em nosso dia a dia.

Para compreender melhor sobre o funcionamento de diferentes tipos de alavancas que utilizamos em nosso dia a dia, sugerimos, no decorrer da **terceira atividade**, o desenvolvimento de algumas atividades experimentais, referente ao estudo da Lei da Alavanca.

O objetivo da **quarta atividade** é fazer com que os estudantes mobilizem conhecimentos da física para a elaboração de uma ponte utilizando palitos de picolé. A fim de estimular o interesse da tur-

ma, você pode lançar o desafio de construir uma ponte que possa suportar a maior carga possível em um certo período. Para dar maior consistência a essa atividade, uma alternativa é fazer entrevistas com profissionais da área de construção civil, para saber quais os cuidados e conhecimentos que são necessários para o desenvolvimento de projetos reais de pontes.

Propomos, para a **Quinta Atividade**, a finalização do site de divulgação científica que vem sendo construído ao longo desse percurso. O propósito dessa etapa é auxiliar os estudantes a organizar, publicar e aprofundar as principais ideias que foram discutidas ao longo desse componente curricular.

Objetos de conhecimento: centro de massa; força gravitacional; força normal; força de atrito etc.

Competências e Habilidades da Formação Geral Básica a serem aprofundadas: Competências: 1, 3, 4 e 5

EM13CNT101	Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas.
EM13CNT204	Elaborar explicações, previsões e cálculos a respeito dos movimentos de objetos na Terra, no Sistema Solar e no Universo com base na análise das interações gravitacionais, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).
EM13CNT301	Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.

Eixos Estruturantes e suas Competências e Habilidades: Investigação Científica, Processos Criativos e Mediação e Intervenção Sociocultural.

EMIFCNT01	Investigar e analisar situações-problema e variáveis que interferem na dinâmica de fenômenos da natureza e/ou de processos tecnológicos, considerando dados e informações disponíveis em diferentes mídias, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais.
EMIFCNT02	Levantar e testar hipóteses sobre variáveis que interferem na dinâmica de fenômenos da natureza e/ou de processos tecnológicos, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais, utilizando procedimentos e linguagens adequados à investigação científica.
EMIFCNT05	Selecionar e mobilizar intencionalmente recursos criativos relacionados às Ciências da Natureza para resolver problemas reais do ambiente e da sociedade, explorando e contrapondo diversas fontes de informação.
EMIFCNT08	Selecionar e mobilizar intencionalmente conhecimentos e recursos das Ciências da Natureza para propor ações individuais e/ou coletivas de mediação e intervenção sobre problemas socioculturais e problemas ambientais.

Os eixos estruturantes de cada etapa das atividades são indicados pelos seguintes ícones:

	Investigação Científica		Empreendedorismo
	Processos Criativos		Mediação e Intervenção Sociocultural

ATIVIDADE 1

INTRODUÇÃO

Semana 1: 2 aulas

Professor, o objetivo dessa atividade é auxiliar os estudantes a compreender, por meio da investigação de experimentos simples, o conceito de centro de gravidade de um corpo. Diante dessa perspectiva, sugerimos iniciar essa proposta por meio de uma experiência, de fácil execução, sobre o centro geométrico de algumas figuras planas. Sendo assim, a seguir, apresentamos a primeira atividade experimental sugerida.

Experiência 1: Encontrando o centro geométrico de figuras planas (círculo, quadrado e retângulo)

Materiais necessários:

- Folhas de papel cartão, garrafa pet vazia, dois pregos com diâmetros diferentes (é importante que os diâmetros sejam próximos), lápis, borracha, régua, tesoura e compasso.

Montagem e atividade experimental:

- Coloque um pouco de água na garrafa pet, para que ela possa servir como um suporte seguro de apoio.
- Aqueça o prego de menor diâmetro e, com ele, faça um furo na tampa da garrafa.
- Finque o prego de maior diâmetro na tampa da garrafa, no mesmo ponto onde foi feito o furo anterior.
- Desenhe e recorte no papel cartão um círculo de 8 cm de diâmetro.
- Encontre e marque, com o lápis, o centro geométrico do círculo.
- Desenhe e recorte, no papel cartão, um retângulo de lados 6 cm e 12 cm.
- Encontre e marque o centro geométrico desse retângulo.
- Desenhe e recorte, no papel cartão, um quadrado de 8 cm de lado.
- Encontre e marque o centro geométrico desse quadrado.
- Procure equilibrar as três figuras geométricas, uma de cada vez, no suporte construído.

Caro professor, espera-se que, nessa experiência, os estudantes possam observar que existe apenas um ponto no qual essas figuras ficam equilibradas. Nesse caso, o ponto em questão, para as três figuras, é exatamente o centro geométrico. Diante disso, você pode aproveitar a oportunidade e fazer a seguinte pergunta para a turma: o centro geométrico de um objeto **qualquer** coincide com o centro de gravidade?

É possível que parte dos estudantes responda que de fato o centro de gravidade de um corpo, corresponde ao seu centro geométrico. Contudo, provavelmente a maioria deles deve dizer que ainda "é muito cedo" para tirar alguma conclusão. Tendo em vista essas duas possibilidades de respostas, é preciso fazer uma nova **investigação**, para discutir com maior profundi-

dade sobre o questionamento levantado. Por conta disso, a seguir, propomos uma segunda atividade experimental.

SAIBA MAIS

Professor, para recordar sobre como determinar os 4 pontos notáveis de um triângulo, indicamos o vídeo a seguir. Disponível em: **https://cutt.ly/dV67ra3**. Acesso em: 14 ago. 2022.

Para que você possa auxiliar a sua turma na montagem experimental proposta, indica-se a leitura dos capítulos 3 e 4 da obra a seguir. Disponível em: **https://cutt.ly/0XpKRSw**. Acesso em: 14 ago. 2022.

DESENVOLVIMENTO

Semanas 2 e 3: 4 aulas

Experiência 2: Os 4 pontos notáveis dos triângulos

Caro professor, como a abordagem dessa atividade experimental pressupõe uma discussão um pouco mais aprofundada, com relação à anterior, a maneira como iremos descrevê-la será ligeiramente diferente.

Solicite para a turma dividir-se em grupos de até 5 integrantes, que tracem e recortem, nos papéis cartão, três triângulos de diferentes formatos, um triângulo equilátero, o outro escaleno e o terceiro isósceles. A seguir, cada grupo deve marcar, nas três figuras, os seus quatro pontos notáveis **(circuncentro, baricentro, incentro** e **ortocentro).**

É interessante, pelo menos em um primeiro momento, não especificar as medidas dessas figuras. Ao invés disso, você pode dizer para eles que, dependendo do comprimento dos lados desses triângulos, talvez fique mais difícil encontrar os 4 pontos notáveis. Por isso, vale a pena, fazer uma investigação sobre quais podem ser os comprimentos dos lados desses objetos geométricos que permitam encontrar esses 4 pontos com maior facilidade.

Professor, essa é uma excelente oportunidade para discutir sobre a importância, para a ciência, da **pesquisa e do método de tentativa e erro**. Todavia, se você entender que é necessário dar ao menos um exemplo sobre quais poderiam ser essas medidas, segue uma sugestão.

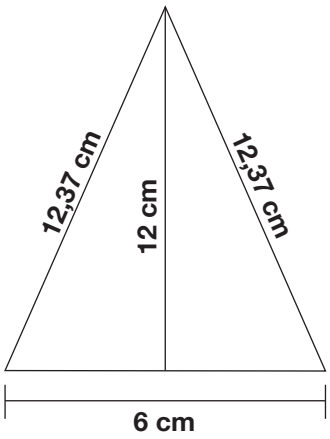


Imagem 1: Triângulo Isósceles. Elaborado para o material.

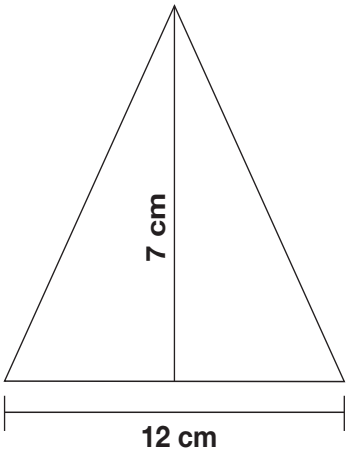


Imagem 2: Triângulo Equilátero. Elaborado para o material.

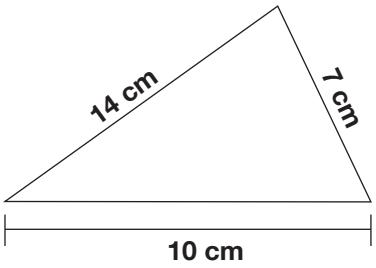


Imagem 3: Triângulo Escaleno. Elaborado para o material.

Fonte: Elaborado para esse material

Após essa etapa, os grupos precisam equilibrar cada um dos triângulos, um por vez, no suporte construído anteriormente. É necessário, também, que eles anotem qual foi o ponto em que se pode perceber o equilíbrio. Espera-se que os estudantes cheguem à conclusão de que o baricentro é o ponto no qual os triângulos ficam equilibrados. Mediante a essa resposta, sugerimos o seguinte questionamento: será que o baricentro de um triângulo corresponde ao seu centro geométrico?

Professor, entendemos que essa pergunta seja extremamente importante para a compreensão do conceito de centro de gravidade de um objeto genérico. Pois se os estudantes concluírem, após análise, que o baricentro de um triângulo é o seu centro geométrico, o que é um equívoco, essa conclusão irá fortalecer a **hipótese** de que o centro de gravidade, de um corpo, corresponde ao seu centro geométrico. Porém, se eles constatarem que o baricentro e o centro geométrico não são correspondentes, isso implica que a hipótese anterior foi refutada.

Dessa forma, para que os estudantes possam responder à pergunta sugerida (será que o baricentro de um triângulo corresponde ao seu centro geométrico?), faz-se necessária uma investigação mais detalhada. Assim, é interessante comentar com a turma que, em geral, e intuitivamente, associamos a ideia de centro geométrico a um ponto de simetria. Diante dessa percepção, é necessário buscarmos formas de quantificar essa ideia.

Em vista do comentário anterior, você pode sugerir para os estudantes algumas pesquisas fora da unidade escolar, **sobre os critérios que precisam ser satisfeitos para que um ponto, de uma figura genérica, seja considerado como seu centro geométrico**. Você pode encontrar esses critérios, nas páginas 51 a 54 da obra: Arquimedes, o Centro de Gravidade e a Lei da Alavanca, disponível em: **https://cutt.ly/0XpKRSw**. Acesso em: 14 set. 2022.

Após essa investigação, espera-se que os estudantes compreendam que os triângulos não possuem centro geométrico e, portanto, não podemos dizer que o centro de gravidade de um corpo é o seu centro geométrico.

Professor, esperamos que essas duas primeiras propostas experimentais sejam suficientes para que os estudantes possam compreender que centro geométrico e centro de gravidade são ideias distintas. Todavia, entendemos que essa abordagem ainda não é suficiente para atingir o nosso objetivo proposto, compreender o conceito de centro de gravidade de um corpo.

Partindo dessa premissa, entendemos que o ideal é ainda desenvolver algumas atividades experimentais para ficar bem claro o entendimento desse conceito. Nesse sentido, um passo importante para essa compreensão é o desenvolvimento de experiências com figuras geométricas que contém buracos.

Acreditamos que esse tipo de experimento é extremamente relevante, pois é algo contraintuitivo, e permite que os estudantes concluam que o centro de gravidade de um corpo pode se encontrar fora dele. É provável que essa abordagem contribua para melhor compreensão do conceito proposto. Por isso, disponibilizamos a seguir um excelente material que contém atividades experimentais sobre centro de gravidade.

As experiências que indicamos se encontram nas páginas 58 e 59 do material a seguir. Disponível em: **https://cutt.ly/0XpKRSw**. Acesso em: 14 ago. 2022.

Além disso, nas páginas 68 a 73, da mesma obra, você irá encontrar procedimentos experimentais para encontrar centro de gravidade de alguns corpos e, também, a própria definição prática desse conceito. Assim você terá diversas opções para auxiliar sua turma a desenvolver a compreensão do conceito de centro de gravidade de um objeto genérico.

AVALIAÇÃO

A avaliação conduzida pelo professor deve ser processual e formativa. É importante observar o engajamento dos estudantes e suas participações em todo o desenvolvimento da atividade. Como essa atividade está associada ao desenvolvimento de atividades experimentais que serão publicadas nos sites, é fundamental que você acompanhe, sempre que possível, tanto o próprio desenvolvimento dos sites, como também as publicações de todos os grupos.

DE OLHO NA INTEGRAÇÃO

Professor, no componente 1 - Geometria Diferentes olhares, você poderá solicitar aos estudantes que identifiquem o estudo de outras formas geométricas e sua estrutura para o encontro do centro geométrico abordado nesta aula, ou centro de massa que será abordado na próxima atividade deste componente.

SISTEMATIZAÇÃO

Semana 4: 2 aulas

Caro Professor, a proposta final desta unidade curricular é a publicação e divulgação das ideias centrais, ou principais discussões que serão desenvolvidas ao longo do percurso percorrido por todos os componentes. Para fazer isso, sugerimos, desde já, que os estudantes, divididos em grupos de até 5 pessoas, iniciem o processo de construção de sites de divulgação científica, utilizando a ferramenta do google sites (uma plataforma tecnológica gratuita, que auxilia na construção e manutenção de páginas na internet).

A ideia para este momento é que a sua turma aos poucos possa se apropriar da ferramenta tecnológica indicada (google sites). Pensando nisso, no box SAIBA MAIS, indicamos um vídeo que poderá auxiliá-los.

É recomendável, também, que sua turma comece a publicar as ideias mais significativas que foram discutidas nesta primeira atividade. Apenas a título de exemplo, você pode solicitar para os grupos produzir sínteses das propostas experimentais mais significativas, segundo a concepção dos próprios estudantes.

SAIBA MAIS

Professor, para ajudar os estudantes na construção da página no google site, indica-se que você assista a esse vídeo, que ensina como utilizar as ferramentas necessárias para deixar bem dinâmico. Lembre-se de que o estudante, no decorrer das atividades, pode ir alimentando esse site com mais páginas, como indicado no vídeo. Disponível em: **https://cutt.ly/2V67icn**. Acesso em: 15 jul. 2022.

ATIVIDADE 2

INTRODUÇÃO

Semana 5: 2 aulas

Professor, após realizar a atividade anterior, relativa à investigação do centro de gravidade de um corpo, é interessante, discutir com a turma conceitos relacionados à estática, que é a parte da Física interessada em estudar sistemas físicos (partículas ou corpos rígidos) que são submetidos à ação de forças em condições de equilíbrio.

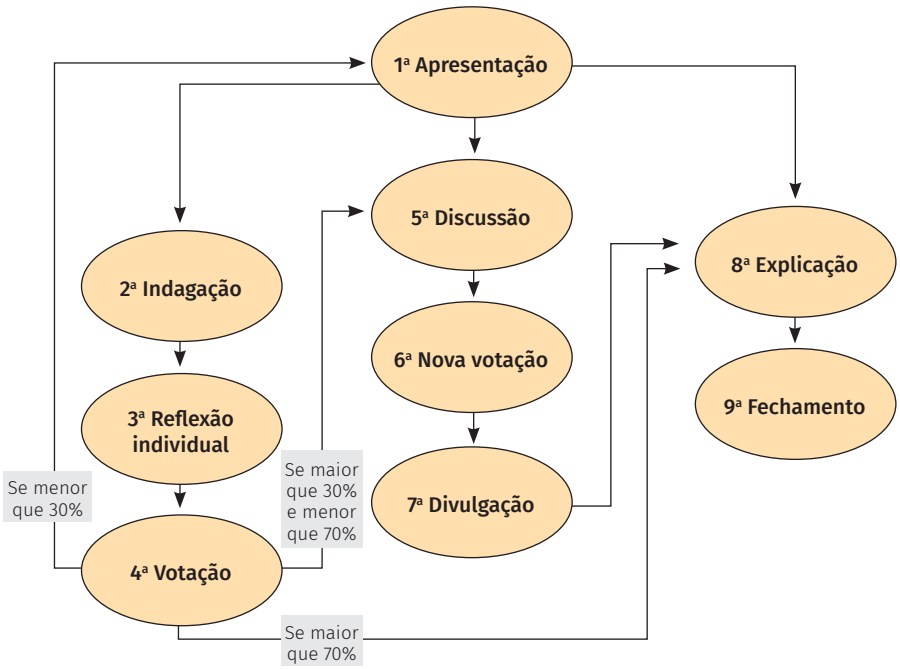
Sendo assim, para introduzir alguns princípios e/ou conceitos sobre esse assunto, sugerimos que você possa usar de uma abordagem inspirada na metodologia *Peer Instruction*. No box SAIBA MAIS, disponibilizamos algumas orientações sobre essa metodologia ativa.

A seguir, destacamos alguns tópicos importantes sobre estática, que podem ser trabalhados por meio dessa metodologia.

- Equilíbrio do corpo material
- Equilíbrio dos corpos rígidos
- Momento de uma Força

SAIBA MAIS

Para facilitar a compreensão da metodologia *Peer Instruction*, desenvolvemos um material específico para a abordagem que iremos realizar. Disponível em **https://cutt.ly/4E7JnOQ**. Acesso em: 09. out. 2021.



DESENVOLVIMENTO

Semanas 6 e 7: 4 aulas

Professor, agora que os estudantes tiveram a oportunidade de construir um embasamento teórico sobre estática, chegou o momento de analisarmos algumas situações que podem ser aplicadas em sala de aula em formas de dinâmicas, relacionadas ao equilíbrio do corpo humano.

Uma dinâmica interessante consiste em pedir para um estudante da sala tocar os pés com as mãos, sem dobrar os joelhos. Após fazer isso, solicite que ele repita o movimento só que agora com as costas na parede e com os calcanhares encostados na mesma parede.

É importante que o estudante fique de perfil para a sala, pois, assim, fica mais fácil para entender como isso acontece. Ao tentar realizar esse último movimento, a pessoa se desequilibra e não consegue alcançar o objetivo. Mas, por hora, indica-se não explicar aos estudantes por que não é possível realizar a tarefa solicitada nessa 2ª situação da primeira brincadeira.

A seguir, convide outro estudante para participar da 2ª brincadeira. Solicite que, na primeira situação, ele se equilibre apenas com um pé, procurando afastar a outra perna o máximo possível da perna que está apoiada no chão. Provavelmente não haverá dificuldade para realizar essa tarefa.

Então, peça que ele realize o mesmo procedimento, mas com o pé e o ombro encostado na parede. O estudante irá perder o equilíbrio e não irá conseguir realizar corretamente esse movimento, mas, novamente, sugere-se não explicar o que está acontecendo.

Por fim, uma última brincadeira pode ser realizada. Nesse sentido indicamos que você peça, em um primeiro momento, para uma outra pessoa ficar de pé na ponta dos pés com os calcanhares levantados, muito provavelmente o estudante não irá encontrar dificuldade de ficar nessa posição. A seguir, peça para que o mesmo estudante tente ficar na posição vertical colocando a ponta dos pés e o nariz encostados na parede. Dessa vez também não será possível realizar esse movimento, indica-se, de novo, não fazer a explicação nesse momento.

SAIBA MAIS

Para trazer alguns subsídios para que você possa auxiliar os estudantes a aprofundar os seus conhecimentos relativos ao estudo da Estática, indicamos o material a seguir. Disponível em: **https://cutt.ly/rRuHbdH**. Acesso em: 10 out. 2021.

SISTEMATIZAÇÃO

Semana 8: 2 aulas

Professor, na tentativa de potencializar a aprendizagem, e também trazer subsídios para que posteriormente os estudantes possam contextualizar esses estudos, sugerimos que você possa analisar as brincadeiras descritas anteriormente por meio de uma abordagem inspirada na metodologia ativa chamada de *World-Café*. Dessa forma, segue breve descrição dessa metodologia.

A metodologia *World-Café* é uma forma bem estruturada de organizar conversas em grupos, buscando trazer toda a potencialidade de mobilização dos saberes de uma conversa informal. Normalmente, esse processo é baseado em três perguntas norteadoras. Contudo, a adaptação que propomos para essa atividade consiste em fazer a mesma pergunta (Por que o estudante perdeu o equilíbrio e não conseguiu atingir o objetivo proposto pelo professor?) para cada uma das brincadeiras apresentadas.

É recomendado que essa pergunta seja respondida em um esquema de rodízio em grupos. Uma pessoa de cada grupo atuará como anfitrião, e terá como função acolher os participantes da plenária e organizar as atas coletivas da reunião. Os outros estudantes terão a função de interagir nos grupos e compartilhar as suas ideias.

A seguir, apresentamos algumas sugestões para você desenvolver essa metodologia.

- Organize a sala em grupos de 4 ou 5 estudantes.
- Distribua a questão norteadora (cada grupo deve analisar apenas uma brincadeira a cada rodada).
- Cada rodada de diálogo deve ter no máximo 10 minutos de duração.

- Distribua em cada um dos grupos os materiais que serão utilizados para o registro.
- Oriente todos a registrar as suas ideias de forma resumida, e que todos os participantes do grupo possam ver o que cada um fez, para que eles façam um registro coletivo a cada rodada.
- No início da primeira rodada, os anfitriões levam as questões para os seus respectivos grupos. No fim da primeira rodada, o único membro do grupo que permanece na mesa é o Anfitrião, os outros participantes vão para outras mesas, para discutir a próxima questão.

Para o início da próxima rodada, o Anfitrião recebe os integrantes do outro grupo, apresenta sobre qual brincadeira eles irão tentar responder a pergunta proposta, e compartilha o que foi discutido com o grupo anterior.

A dinâmica da terceira rodada é idêntica à da anterior. No final da terceira rodada, a ideia é fazer uma roda de conversa com todos os estudantes, para que eles possam compartilhar as suas aprendizagens.

Professor, a seguir apresentamos possíveis respostas para ajudá-lo a mediar essas discussões.

Com relação a 2ª situação da primeira brincadeira, o estudante não consegue tocar os pés com as mãos porque, quando ele encosta na parede e abaixa os braços e o tórax, a projeção vertical do centro de gravidade fica fora da região ocupada pelos pés, isso ocorre porque a parede impede que o quadril vá para trás. Assim, o estudante se desequilibra, e não consegue tocar os pés com as mãos.

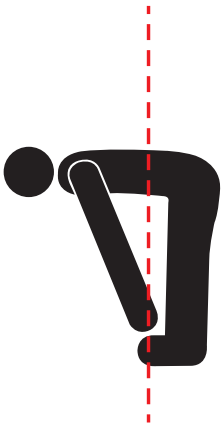


Imagem 04: estudante em equilíbrio, tocando os pés com as mãos.
Fonte: Elaborado para o material.

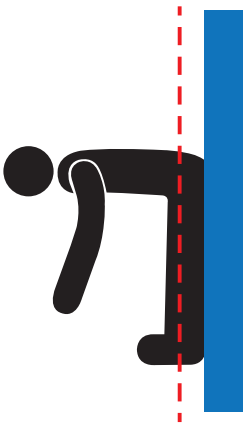


Imagem 05: O estudante se desequilibra quando tenta tocar os pés.
Fonte: Elaborado para o material.

Agora, pensando um pouco na segunda brincadeira, na primeira situação o estudante alcança o objetivo esperado porque a projeção do seu centro de gravidade passa entre os seus pés, permitindo que ele consiga ficar em equilíbrio.

Quando ele estiver encostado de lado em uma parede com o pé e o ombro também encostados na parede, no momento em que ele afasta lateralmente a outra perna, a tendência é que a parte superior do corpo se afaste para o outro lado, porém, a parede impedirá que ele realize esse movimento, e assim o estudante perderá o equilíbrio.

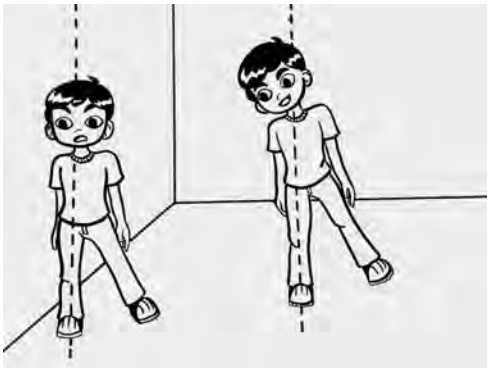


Imagem 06: O lado esquerdo da figura mostra o estudante tentando se equilibrar, mas a parede o impede. Enquanto que, no lado direito, o estudante consegue se manter em equilíbrio.

Fonte: Elaborado para o material.

Já na segunda situação da terceira brincadeira, o estudante não consegue ficar equilibrado porque a parede impede que o tórax e a cabeça se desloquem para frente, isso faz com que a projeção vertical do centro de gravidade fique na frente da ponta dos pés, fazendo com que novamente o estudante perca o equilíbrio.

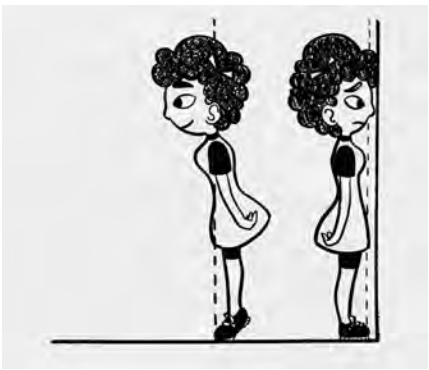


Imagem 07: O lado direito da figura mostra a estudante tentando se equilibrar, mas a parede a impede. Enquanto, no lado esquerdo, a estudante consegue se manter em equilíbrio.

Fonte: Elaborado para o material.

AVALIAÇÃO

A avaliação proposta para esse momento pode ser inserida na própria metodologia que se baseou essa atividade (Peer Instruction). Pensando nisso, acreditamos que a avaliação diagnóstica e formativa são os dois tipos de avaliações que mais dialogam com o que foi desenvolvido nessa etapa.

A avaliação diagnóstica diz respeito a uma análise inicial, serve para encontrar e descobrir aquilo que o estudante não sabe, e aquilo que ele precisa aprender. É com base nesse diagnóstico que elaboramos o plano de trabalho, estabelecendo objetivos de acordo com as necessidades de aprender do estudante. Dessa forma, indica-se que as primeiras questões que você irá elaborar sobre os conceitos de Estática sejam perguntas mais simples, para que você possa resgatar os conhecimentos prévios dos estudantes, e assim planejar as próximas questões.

Com relação a avaliação formativa, pode-se dizer que ela está associada ao desenvolvimento de atividades nas quais estaremos avaliando os estudantes dentro de um percurso, de um aprendizado que se ensina ao mesmo tempo em que se avalia.

Nesse sentido, todos os momentos de indagação, reflexão, debate, votação, nova votação, são considerados como etapas do processo avaliativo.

SAIBA MAIS

Professor, para saber um pouco mais sobre a metodologia ativa World café, indica-se o seguinte artigo: **https://cutt.ly/0L2G2AO**. Acesso em: 01 ago. 2022.

ATIVIDADE 3

INTRODUÇÃO

Semana 9: 2 aulas

Caro professor, esta atividade pretende contribuir para a aprendizagem dos estudantes sobre conceitos físicos relacionados ao funcionamento das alavancas. Com esse fim, sugerimos iniciar essa abordagem por meio da investigação de um simulador interativo, e alguns experimentos de simples construção, que podem auxiliar sua turma a compreender o funcionamento dessas máquinas simples.

Sugerimos que essa proposta seja inspirada pela metodologia ativa chamada de Aprendizagem Baseada em Problemas (Problem based learning – PBL). Essa metodologia busca promover a construção da aprendizagem dos estudantes a partir do levantamento de um problema que, a partir de uma sequência de passos, é resolvido, e a solução é compartilhada no final do processo. Há, na literatura, diversas possibilidades de desenvolvimento dessa metodologia, todas bastante próximas, diferindo, na maior parte das vezes, na quantidade de passos/etapas a serem seguidas. Optamos em apresentar a versão que promove a aprendizagem dos estudantes a partir do desenvolvimento da PBL em 7 passos, a saber:

- 1º Passo: Apresentação da ideia e identificação do problema.
- 2º Passo: Levantamento das hipóteses e novos questionamentos.
- 3º Passo: Análise e debate das ideias apresentadas.
- 4º Passo: Definição de estratégias e metas.
- 5º Passo: Pesquisa e busca de novas informações.
- 6º Passo: Apresentação, compartilhamento e debate das ideias.
- 7º Passo: Conclusão.

Os estudantes são divididos em pequenos grupos. Você, professor, assume o papel de Tutor, enquanto, em cada grupo, dois estudantes assumem os papéis de Coordenador e Secretário. O Coordenador deve liderar o grupo, estimulando as discussões, promovendo as dinâmicas e assegurando a realização das tarefas. Já o Secretário otimiza as discussões do grupo e sintetiza os resultados em um relatório. Os papéis de Coordenador e Secretário não são fixos, podendo ser exercidos pelos demais estudantes, de forma que todos possam conhecer e desenvolver as ações dentro do projeto.

Professor, tendo em vista que o funcionamento das alavancas está relacionado com aplicação de forças e torques, que são grandezas vetoriais, é muito importante para uma compreensão mais

aprofundada desse assunto, e de outros que serão propostos na próxima atividade, que os estudantes saibam fazer operações com vetores. Pensando nisso, indicamos, a seguir, uma *playlist* completa, para você recordar sobre as operações com esses objetos matemáticos, e assim auxiliar sua turma a desenvolver uma investigação mais aprofundada sobre o estudo das alavancas. *Playlist* disponível em: **https://cutt.ly/pV6Iknw**. Acesso em 14 set. 2022.

DESENVOLVIMENTO

Semanas 10 e 11: 4 aulas

Caro professor, passaremos, agora, a indicar possíveis caminhos para analisar o funcionamento das alavancas. Assim, sugerimos, para um primeiro momento, analisar uma simulação interativa. Disponível em: **https://cutt.ly/IXzrRBu**. Acesso em: 17. ago. 2022.

Professor, é recomendável, antes de iniciar a investigação, que os estudantes tenham algum tempo hábil para se ambientar com a simulação indicada. Nesse sentido, é interessante que eles possam explorar o ambiente virtual proposto, procurar conhecer todas as funcionalidades das opções oferecidas, e tirar as dúvidas que forem surgindo ao longo dessa fase de ambientação.

Em seguida, de acordo com o 1º passo da PBL, chegou o momento de você indicar o problema que eles precisam resolver. Diante disso, sugerimos começar esse questionamento ilustrando o fato de que, para a balança ficar equilibrada, não é suficiente colocarmos pesos iguais nos dois lados dela, pois o objeto que for colocado a uma distância maior em relação ao "eixo" irá se aproximar da terra, enquanto que o outro objeto irá se afastar, partindo da premissa que o sistema irá partir do repouso.

Para fazer essa demonstração, uma possibilidade é acessar o simulador chamado de laboratório de equilíbrio. Assim, procure posicionar os objetos de acordo com a imagem a seguir.

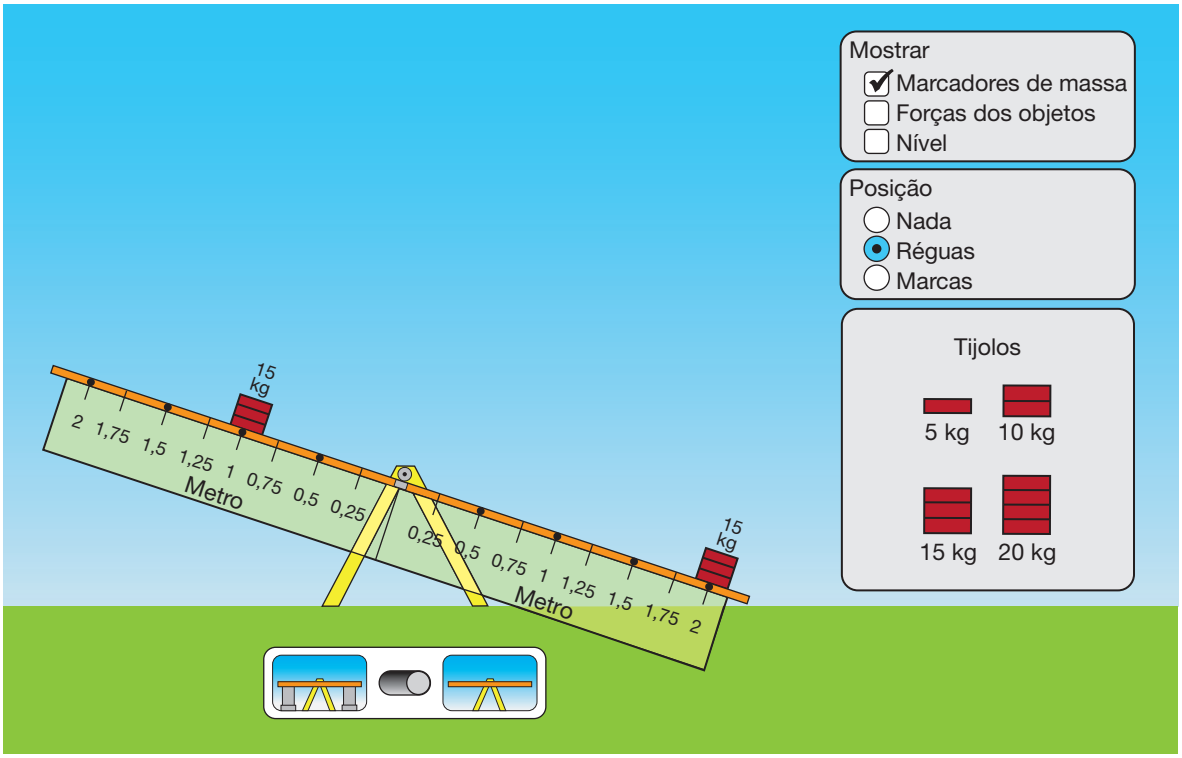


Imagem 8 - Laboratório de equilíbrio - Adaptado para o material.

Professor, embora essa demonstração seja algo que, em geral, os estudantes observam corriqueiramente, esse é o ponto de partida para fazer os questionamentos que devem nortear esse processo investigativo. Assim, o primeiro problema que sugerimos aos estudantes consiste em encontrar uma expressão geral que descreva como se dá a influência das forças, aplicadas nos lados da balança, em função de suas distâncias até o eixo.

Para buscar resolver esse problema, indicamos que você oriente os estudantes a percorrer os passos 2 a 5, descritos de forma resumida anteriormente, da metodologia PBL. Recordando que essa atividade é apenas inspirada na PBL, pois entendemos que, para essa atividade, é necessário fazer algumas adaptações na metodologia escolhida.

Professor, após essa primeira investigação, espera-se que a maioria dos estudantes consigam encontrar a seguinte relação: $\frac{d_B}{d_A} = \frac{P_A}{P_B}$. Essa relação, em geral, é conhecida como Lei da Alavanca.

Em seguida, ao invés de os estudantes percorrem os passos 6 e 7 da PBL, sugerimos que você proponha para a turma um novo problema, a partir da construção de um experimento de simples desenvolvimento. A atividade experimental sugerida foi inspirada no material a seguir, e se encontra na página 173 (experiência 8.5). Disponível em: **https://cutt.ly/0XpKRSw**. Acesso em: 17 ago. 2022.

É fundamental, também, a leitura do capítulo 7, e o início do capítulo 8 dessa mesma obra, pois, nesses capítulos, você irá encontrar dicas importantes para que os estudantes possam construir e calibrar as suas balanças de maneira adequada.

Professor, pensando nesse novo desafio proposto aos estudantes, o primeiro passo consiste em solicitar para a turma a montagem dessa experiência. Assim, para auxiliar os estudantes na construção da balança proposta, indica-se a leitura da página 87 do mesmo material indicado anteriormente. Disponível em: **https://cutt.ly/0XpKRSw**. Acesso em: 17 ago. 2022.

Na sequência, assim que toda a montagem estiver feita corretamente, a sua turma deverá perceber que a balança não ficou equilibrada. Diante dessa observação, na tentativa de despertar a curiosidade dos estudantes, você pode até mostrar que o experimento proposto obedece a relação anterior. Contudo, pode-se notar que não ocorreu o equilíbrio desse sistema.

Mediante essa aparente contradição, o desafio que poderá ser proposto é o seguinte: por que a descrição matemática para a Lei da Alavanca não está sendo verificada na prática?

Novamente, nesse momento, indicamos que os estudantes percorram os passos 2 a 5 da PBL. Espera-se que eles possam concluir que não houve contradição entre teoria e prática. O que ocorreu é que o fulcro da balança, nessa situação, não dividia o travessão ao meio, portanto, essa diferença dos comprimentos da haste acabou contribuindo para o desequilíbrio da balança. Uma maneira de evidenciar essa explicação é posicionar o fulcro dividindo exatamente o travessão em duas partes iguais.

SAIBA MAIS

Professor, para conhecer um pouco mais sobre a Metodologia da Aprendizagem Baseada em Problemas, sugere-se que o professor leia o artigo “Metodologias Ativas #3: Aprendizagem Baseada em Problema (PBL). Disponível em: **https://cutt.ly/HXzVSNN**. Acesso em: 16 ago. 2022.

Apresentação dos 7 passos para o desenvolvimento da Metodologia da Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL). Disponível em: **https://cutt.ly/HV6M3QG.** Acesso em: 16 mar. 2022.

SISTEMATIZAÇÃO

Semana 12: 2 aulas

Professor, os passos 6 e 7 da PB constituem-se como momento de sistematização dessa atividade. Aqui, a ideia é o compartilhamento de aprendizagens, de acordo com a sua realidade, e da forma que for mais significativo para a sua turma. A título de exemplo, você pode sugerir uma roda de conversa, aproveitar esse momento para rever as principais ideias que foram discutidas, agradecer o empenho dos envolvidos, perguntar para a turma a respeito da percepção que eles tiveram sobre essa atividade, discutir sobre os pontos que precisam ser revistos, dentre outras.

Professor, é relevante, também, procurar contextualizar esse aprendizado, por meio do estudo sobre o funcionamento das alavancas em nosso dia a dia. Assim, é interessante você reservar a última aula dessa atividade para apresentar para os estudantes sobre os 3 tipos de alavancas que existem (interfixas, inter-resistentes e interpotentes) suas características, funcionalidades, diferenças e aplicabilidade em nosso dia a dia. Não se esqueça, também, de que essas discussões devem ser publicadas nos sites de divulgação científica que estão sendo desenvolvidos pelos estudantes.

AVALIAÇÃO

A avaliação proposta para esse momento pode ser inserida na própria metodologia em que se baseou essa atividade (Aprendizagem baseada em Problemas). A autoavaliação dos estudantes, a partir de uma rubrica, também traz elementos importantes para analisar a participação e o protagonismo deles durante todo o percurso.

ATIVIDADE 4

INTRODUÇÃO

Semana 13: 2 aulas

Professor, o estudante analisou e compreendeu como o centro de massa e o sistema de alavancas são importantes para o equilíbrio. Portanto, nesta atividade, com os conhecimentos aprofundados nas atividades anteriores, sugere-se que os estudantes possam elaborar uma ponte na qual a dinâmica das forças presentes precisam estar distribuídas a fim de manter a estrutura.

Sendo assim, indica-se que os estudantes, em grupos de até 4 integrantes, possam analisar as forças de tração e compressão no simulador chamado "Segunda lei de Newton". Disponível em: **https://cutt.ly/DXjnG9M**. Acesso em: 16 ago. 2022. Para esse momento da atividade, indica-se utilizar uma **Demonstração Interativa**, para que os estudantes possam resgatar seus conhecimentos prévios sobre a aplicação da primeira e segunda Lei de Newton. Diante disso, procure apresentar para sua turma a simulação em questão, de acordo com a imagem a seguir.

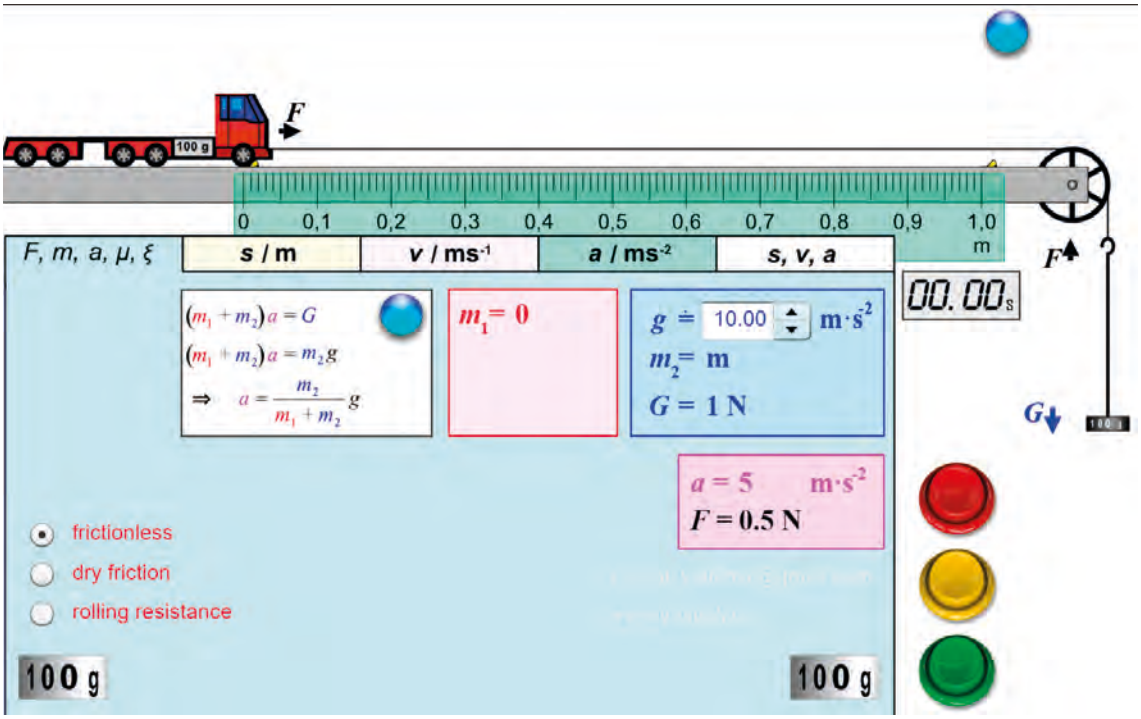


Imagem 9: Simulador da 2º Lei de Newton - Adaptado para o material.

Professor, explique aos estudantes que esse carro possui uma massa, mas que pode ser acrescentado mais, conforme indica o simulador na barra à esquerda, escrito 100g. Perceba que o simulador deixa operar os valores de gravidade e massa presa na roldana. Sendo assim, sugere-se que os grupos, inicialmente, possam calcular o valor da tração dos fios.

Para que isso aconteça, você pode solicitar que o conjunto fio (tração) e caminhão tenha um valor de 36N, lembre aos estudantes que, inicialmente, as forças dissipativas serão desconsideradas, portanto, sem atrito ou resistência do ar. Professor, dê um tempo hábil aos estudantes para a resolução se necessário, faça a mediação a cada grupo, para que possam relembrar o cálculo de decomposição das forças. Este é o momento apropriado para resgatar o conhecimento dos estudantes sobre a 1ª Lei e a 2ª Lei de Newton.

Aqui você pode retomar, indicando que a aceleração do conjunto, massa e tração só é possível devido à força resultante não ser zero, uma vez que a força é uma grandeza vetorial. Ao analisar a massa e tração do fio, que está sob o efeito da aceleração da gravidade, é possível indicar o sentido da direção de movimento e força desse sistema.

Após os estudantes, em grupos, conseguirem os valores teóricos dos módulos de tração das forças, execute a simulação, e mobilize para que os grupos possam comparar os valores teóricos com os valores apresentados pelo simulador.

Para finalizar essa mobilização, solicite que cada grupo escreva, com base nesse resgate de seus conhecimentos prévios, o papel da tração nesse sistema. É importante que eles consigam analisar que a tração da massa na roldana precisa ser o suficiente para conseguir movimentar o caminhão, e isso só acontece porque esse fio é ideal, ou seja, ele não possui massa, não estica e não pode romper. Por fim, que o grupo escreva um resumo sobre o papel da tração nesse sistema, além disso, é importante que os estudantes possam compreender o que é necessário para esse sistema manter o equilíbrio, nesse ponto, espera-se que os estudantes possam pontuar a necessidade de uma força dissipativa, e sentido oposto ao da direção do movimento, que, nesse caso, pode ser acrescentado no simulador como atrito.

DESENVOLVIMENTO

Semanas 14 e 15: 4 aulas

Professor, com as anotações da mobilização inicial desta atividade, os mesmos grupos são convidados a pesquisar estruturas em que a distribuição de forças seja representada por treliças para sustentar uma ponte, distribuindo as forças. Sendo assim, sugere-se que os estudantes, por meio de pesquisa orientada, possam escolher algumas estruturas e investigar as treliças e forças de tração e compressão, justificando a escolha do formato de ponte em que as treliças são formadas e a localização de exemplos destas estruturas.

Você pode visualizar os formatos de treliças que são utilizadas para construir pontes no link: **https://cutt.ly/LXlIVJZ**. Acesso em: 17 ago. 2022. Essas são as treliças mais utilizadas, assim sua mediação para com os grupos pode ser mais pontual.

Note que as pontes, galpões, entre outros, podem ser formadas por treliças: plana, combinada, curva e espacial com trechos curvos. Você pode projetar as imagens e mostrar essas treliças aos estudantes, identificando esses formatos e como os nós (pontos de ligação) entre as treliças podem ser facilmente conectados, e por isso a escolha dessa estrutura.

Após os grupos escolherem a ponte, você pode mediar a explicação dos grupos de como as forças de tração e compressão estão atuando nessas estruturas. É importante que os grupos possam explicar que a somatória de forças aplicadas nessas estruturas, precisam ser iguais a zero (nesse caso, a força resultante).

Agora que os estudantes escolheram a estrutura e sabem como as forças estão atuando nessas estruturas, indica-se que os grupos elaborem um protótipo da ponte escolhida. Para que você possa mediar a elaboração, indica-se a leitura do artigo "Construindo Uma Ponte Treliçada De Palitos De Picolé". Disponível em: **https://cutt.ly/iXlSpYg**. Acesso em: 17 ago. 2022.

DE OLHO NA INTEGRAÇÃO

Professor, o componente 3 - Geometria Criativa abordará a análise da geometria em obras de arte e construções, sugere-se que os estudantes possam revisitar esse material para a colaboração da escolha da ponte para elaboração do protótipo.

Com essas informações, você pode mediar a pesquisa dos estudantes para a construção e elaboração da ponte, o material deve ser escolhido por você e pelos estudantes, partindo da realidade local. Portanto, para esta atividade, indica-se que sejam palitos de picolé.

Professor, com essas indicações, agora chegou o momento de realizar o acordo das regras para elaboração dessas pontes. Informe aos grupos como é importante o cálculo das forças de tração, para que a ponte tenha uma estrutura que possa aguentar, no mínimo, 5 kg.

O importante é estipular, além do peso de resistência, o tamanho máximo de comprimento da ponte, como algo em torno de 120 cm, e uma altura de até 50 cm. Mas isso pode ser um combinado com os grupos, o importante é que eles possam elaborar um relatório do passo a passo, para que justifiquem a distribuição das forças nessa ponte, e possam estimar o valor que a ponte pode aguentar. Essas informações serão essenciais para a etapa de sistematização dessa atividade.

Para que esses valores sejam calculados, indica-se que os estudantes possam utilizar software que faça o cálculo da distribuição dessas forças, e assim eles poderão saber quantos palitos são necessários nos lugares de compressão e tração da treliça. Para isso, indica-se programas como o apresentado no vídeo a seguir. Disponível em: **https://cutt.ly/6V67s8n**. Acesso em: 17 ago. 2022.

SAIBA MAIS

Professor, para saber um pouco mais sobre treliças, assista à aula a seguir, para mediar a pesquisa dos estudantes.

Vídeo: "Treliças". Disponível em: **https://cutt.ly/KV6Aik1**. Acesso em: 17 ago. 2022.

Para que os estudantes possam compreender a importância dos nós, você pode assistir a este vídeo para mediação da construção das pontes. Vídeo: "Treliças - Métodos dos Nós". Disponível em: **https://cutt.ly/rV6Aq8J**. Acesso em: 17 ago. 2022.

Para compreensão do software que possa ajudar no cálculo de quantos palitos são necessários, indica-se que você possa escolher o que melhor se adequa à turma, conforme sugestões disponíveis no site: **https://cutt.ly/hXlZjKH**. Acesso em 17 ago. 2022.

Professor, aqui um tutorial de outro tipo de material para elaboração das pontes. Disponível em: **https://cutt.ly/FXlXWrY**. Acesso em: 17 ago. 2022.

SISTEMATIZAÇÃO

Semana 16: 2 aulas

Professor, para esta sistematização, indica-se que seja realizada uma competição sobre a resistência das pontes, para isso, é importante que os grupos apresentem os protótipos dentro dos critérios estabelecidos de largura e comprimento, e o mínimo que a ponte deve aguentar. A ponte deve ser apresentada pelos grupos, justificando a escolha da estrutura, a localização do exemplo escolhido de ponte utilizada, ou seja, locais em que podem ser encontradas essas estruturas, e que o grupo informe o valor teórico que ela deve aguentar.

Aqui, os estudantes podem ser surpreendidos pelos valores, pois a ponte, na prática, pode ter uma resistência maior ou menor, e, após a verificação, é importante que eles possam revisar seus relatórios, para acrescentar suas justificativas científicas sobre essa variável do peso.

É importante que os estudantes possam refletir sobre a utilização dos materiais, se a quantidade de palito para as treliças nos lugares de compressão e tração foram suficientes, se o material para fazer os nós foi o suficiente, ou de boa qualidade. Tudo isso são informações que devem aparecer no relatório. E, por fim, se a estrutura da ponte que escolheram é melhor em comparação com a dos outros grupos. Essa análise deve conter informações importantes dos formatos de treliças utilizados, assim, justifica os tipos de ponte utilizados para alguns locais. Nesse momento, cabe também uma pesquisa com profissionais da área da construção civil, para que os estudantes possam consolidar seus conhecimentos com o mundo do trabalho.

AVALIAÇÃO

Para avaliar esta etapa da atividade, os estudantes são convidados, por meio da estratégia chamada "Rotina de pensamento: Eu costumava pensar...agora eu acho que...". Com essa estratégia, os estudantes são convidados a rever suas anotações sobre a aplicação das Leis de Newton em uma ponte com a utilização de treliças. Portanto, neste momento façam uma reflexão, como eles compreendiam essa aplicação antes de iniciar as atividades desenvolvidas até este momento, os estudantes são convidados a anotar essas observações individuais.

Deixe um tempo suficiente para os estudantes refletirem sobre o que mudou com relação ao que eles pensavam antes dessas atividades. Com essas anotações em mãos, solicite aos estudantes que formem grupos de até 4 integrantes, para compartilhar essas informações. Este movimento vai ser importante para que os estudantes analisem e possam encorajar os colegas com suas reflexões, para que, juntos, construam uma reflexão mais profunda de todo o estudo realizado até o momento, e como houve uma mudança significativa de ideias sobre a aplicação das leis de Newton na construção de pontes por meio da utilização de treliças.

ATIVIDADE 5

INTRODUÇÃO

Semana 17: 2 aulas

Caro professor, as contribuições dos componentes: **C1- Geometria: diferentes olhares; C3 - Geometria criativa** desta unidade curricular propiciaram que os estudantes pudessem perceber como a Geometria está presente em diversas situações do cotidiano.

Além disso, este componente **(Geometria e equilíbrio)**, buscou trazer subsídios para que você possa apoiar sua turma a compreender o conceito de centro de gravidade, possibilitou também uma análise mais aprofundada sobre condições de equilíbrio de pontos materiais e corpos extensos, indicou algumas atividades experimentais, de fácil execução, sobre a Lei da Alavanca e sugeriu a construção, investigação e análise de pontes de palitos de sorvete.

Todo esse aprendizado, que está relacionado com diversas aplicações da geometria em nosso cotidiano, poderá ser compartilhado dentro da unidade escolar, e também fora dela.

Diante disso, propomos que os estudantes possam fazer os ajustes finais na estrutura do site de divulgação científica, que está sendo desenvolvido a partir da primeira atividade. Vale ressaltar que os outros componentes desta unidade curricular também poderão publicar as suas principais discussões nessa mesma plataforma.

Professor, é importante deixar claro que a proposta da construção de um site é apenas uma indicação para sua turma compartilhar as suas aprendizagens. Contudo, existem diversas opções de escolhas, tais como: murais virtuais, plataformas para construção de *Websites*, aplicativos que têm a finalidade de criar e compartilhar materiais interativos, dentre outras.

Apenas a título de exemplificação, como mencionado anteriormente, sugerimos que os estudantes criem sites de divulgação científica utilizando alguma plataforma tecnológica gratuita, que auxilia na construção e manutenção de páginas na internet). Para orientar sua turma nessa construção e organização, apresentamos a seguir algumas orientações gerais.

Professor, uma alternativa para organizar o site de divulgação científica proposto é orientar a sua turma a criar uma "aba" para cada componente desta unidade curricular.

No que diz respeito ao espaço, no site, destinado ao componente **Geometria e equilíbrio**, recomendamos que os estudantes apresentem as suas discussões, seja em forma de textos, ilustrações, tirinhas, áudios, vídeos curtos etc., a partir de questionamentos sobre: **as diferenças entre centro geométrico e centro de gravidade de um corpo**, **a funcionalidade e as aplicações das ala-**

vancas em nosso dia a dia, noções sobre equilíbrio de construções reais, tais como pontes, viadutos, passarelas, edifícios etc.

Para trazer mais subsídios aos estudantes, é interessante utilizar de: reportagens sobre o tema escolhido, leitura de artigos e/ou revistas científicas, entrevista com especialista da área de construção civil, dentre outras possibilidades. Nesse processo, é preciso articular as ideias apresentadas com os conceitos já desenvolvidos nas atividades anteriores.

DESENVOLVIMENTO

Semanas 18 e 19: 4 aulas

Caro professor, em alguns momentos, durante essa construção, você poderá sugerir aos estudantes realizarem parte dessa proposta de desenvolvimento do site fora do ambiente escolar. Em contrapartida, suas aulas podem ser organizadas para que eles tragam suas dúvidas, recebam orientações e, quando houver necessidade de utilizar recursos tecnológicos e/ou acesso à internet, indicamos que isso seja feito na própria unidade escolar.

É importante, também, procurar tornar o layout do site mais intuitivo, apresentar as ideias de uma forma clara, concisa, objetiva e também publicar as atividades dos outros componentes. Nesse sentido, você pode sugerir para a turma deixar as abas dos sites com cores diferentes, isso irá facilitar a identificação e organização das informações. Além disso, é recomendável que os cabeçalhos e rodapés tenham cores mais escuras, enquanto, no fundo das páginas, preferencialmente, indicamos deixar cores mais claras. Por fim, devem também ser considerados aspectos relacionados à navegabilidade dos sites que estão sendo desenvolvidos.

SISTEMATIZAÇÃO

Semana 20: 2 aulas

Professor, sugerimos para a sistematização deste componente curricular, o desenvolvimento de três etapas, que chamaremos de **Avaliação, Conclusão e Créditos.**

1. Avaliação

Para essa etapa, indicamos a realização da avaliação por rubricas. Esse é um importante instrumento para identificar o grau de comprometimento dos estudantes com a sua aprendizagem. Além disso, ela favorece o trabalho cooperativo, pois estabelece critérios de avaliação que contemplam o envolvimento e a dedicação de toda a sua turma.

Sugerimos que esse instrumento possa ser construído com os próprios estudantes, para que eles possam ter uma melhor compreensão do seu próprio aprendizado. Esse tipo de abordagem evita a avaliação por critérios subjetivos, e fornece evidências mais claras sobre a aprendizagem. Vale lembrar que os critérios da rubrica devem estar de acordo com os objetivos e expectativas da atividade proposta.

SAIBA MAIS

Professor, para saber mais sobre avaliação por rubricas, indicamos o material a seguir. Disponível em: **https://cutt.ly/1C7VvgJ**. Acesso em: 15 set. 2022.

2. Conclusão

A seguir, conforme proposto, vamos para a etapa de **"Conclusão"**, na qual os estudantes são convidados a apresentar as suas produções para a sala de aula, divulgar os links dos sites pela escola e, se possível, planejar um evento de divulgação que se estenda para toda a comunidade escolar. Além disso, esse é um momento importante para valorizar a dedicação de todos, e indicar possibilidades para o aprofundamento das aprendizagens desenvolvidas no decorrer dessas atividades.

3. Créditos

Vamos agora para a etapa final dessa proposta, que chamamos de **"Créditos"**. Nesse último estágio, a ideia é que os grupos informem quem elaborou o site de divulgação científica, concedam os devidos créditos às imagens utilizadas, indiquem as referências, e disponibilizem o seu contato para quem se interessar.

AVALIAÇÃO

Nesta atividade, a avaliação é feita em todos os momentos do desenvolvimento pedagógico. Por isso, é necessário orientar os estudantes e combinar com eles de que forma cada ação que executarem estará sendo avaliada.

GEOMETRIA CRIATIVA

Duração: 45 horas
Aulas semanais: 3
Quais professores podem ministrar este componente: Arte ou Matemática

INFORMAÇÕES GERAIS:

Este componente curricular busca propiciar a ligação de Arte, Física e Matemática em diferentes campos e contextos, ampliando a aplicação da geometria em produtos, visando à estética, com design diferenciado, assim como as características presentes em estamparias, tatuagens, joalheria e outros elementos presentes no cotidiano e estilo dos estudantes.

A partir de formas geométricas estáticas ou em movimento, o estudante poderá se aprofundar em pesquisas que o levem à criação de produtos empreendedores e de profissionais que trabalham em diversas áreas nas quais a geometria é aplicada, assim como refletir sobre a presença da geometria em seu Projeto de Vida, seja no campo acadêmico ou profissional.

Objetos de conhecimento: Saberes estéticos e culturais: figuras geométricas na arte, mosaico, vitral, mandalas; Materialidades: estamparias, joalheria, tatuagem; Elementos da linguagem: o papel das figuras geométricas na arte, simetria, assimetria; Processos de criação: produções visuais.

Competência e Habilidades da Formação Geral Básica a serem aprofundadas: Competência 6

EM13LGG602	Fruir e apreciar esteticamente diversas manifestações artísticas e culturais, das locais às mundiais, assim como delas participar, de modo a aguçar continuamente a sensibilidade, a imaginação e criatividade.
EM13LGG603	Expressar-se e atuar em processos de criação autorais individuais e coletivos nas diferentes linguagens artísticas (artes visuais, audiovisual, dança, música e teatro) e nas intersecções entre elas, recorrendo a referências estéticas e culturais, conhecimentos de naturezas diversas (artísticos, históricos, sociais e políticos) e experiências individuais e coletivas.

Eixos Estruturantes e suas Competências e Habilidades: Processos Criativos e Empreendedorismo.

EMIFCG04	Reconhecer e analisar diferentes manifestações criativas, artísticas e culturais, por meio de vivências presenciais e virtuais que ampliem a visão de mundo, sensibilidade, criticidade e criatividade.
EMIFLGG04	Reconhecer produtos e/ou processos criativos por meio de fruição, vivências e reflexão crítica sobre obras ou eventos de diferentes práticas artísticas, culturais e/ou corporais, ampliando o repertório/domínio pessoal sobre o funcionamento e os recursos da(s) língua(s) ou da(s) linguagem (ns).
EMIFCG12	Refletir continuamente sobre seu próprio desenvolvimento e sobre seus objetivos presentes e futuros, identificando aspirações e oportunidades, inclusive relacionadas ao mundo do trabalho, que orientem escolhas, esforços e ações em relação à sua vida pessoal, profissional e cidadã.
EMIFLGG12	Desenvolver projetos pessoais ou produtivos, utilizando as práticas de linguagens socialmente relevantes, em diferentes campos de atuação, para formular propostas concretas, articuladas com o projeto de vida.

Professor, os eixos estruturantes, em maior evidência de cada atividade, serão indicados pelos ícones a seguir. Apesar da indicação no início das atividades, pode haver propostas que desenvolvam mais de um eixo.

	Investigação Científica		Empreendedorismo
	Processos Criativos		Mediação e Intervenção Sociocultural

ATIVIDADE 1

INTRODUÇÃO

Semana 1: 3 aulas

Professor, para esse primeiro momento, é interessante apresentar aos estudantes a Unidade Curricular, os objetivos e as propostas que serão desenvolvidas neste componente. Inicie fazendo questionamentos que mobilizem os jovens acerca de seus projetos de vida e, também, dos objetos de conhecimento presentes, como, por exemplo: ***O seu projeto de vida conversa com os objetos de conhecimento presentes neste componente?*** (apresentar aos estudantes os objetos de conhecimento). ***Se sim, de quais formas? Se não, com quais relações com os objetos de conhecimento seu PV pode ter alguma ligação? Em se tratando de Arte, quais critérios você considera que um produto precisa ter para ser considerado uma obra de arte? O que você entende por artesão e artista? Na sua região, qual polo comercial tem mais destaque? Esse polo tem alguma ligação com a arte?*** Lembrando que muitas cidades do Estado de São Paulo são conhecidas pela produção de algumas peças que também utilizam da geometria em suas produções, como Limeira, polo das bijuterias, Porto Ferreira, polo das cerâmicas, Rio Preto, polo das jóias, e várias outras tão merecidamente reconhecidas. Pensando no estudante dessas (e das outras) regiões, ***como ele percebe o mercado de trabalho ascendente em sua região, e se neste há ligação com seu Projeto de vida.***

Após essa conversa inicial, proponha que os estudantes façam um levantamento de quais profissões eles acreditam que trabalham diretamente com os seguintes elementos: *geometria, simetria e assimetria*. Anote as profissões em um painel ou lousa, e marque ao lado de que forma eles acreditam que essas profissões conversam com esses elementos. Insira uma terceira 'coluna' com os Projetos de Vida mais presentes na turma, e discutam sobre o perfil dessas profissões, tendo como referência a geometria.

Dando continuidade a essa conversa inicial sobre profissionais que trabalham com elementos geométricos, prepare-os para uma **apreciação de obras** de diferentes linguagens artísticas em diversos campos de atuação. Apresente aos estudantes obras de artistas, como Domenico Calabrone (esculturas), Piet Mondrian (pinturas e esculturas), Maurits Cornelis Escher (desenhos isométricos e ilusão de ótica), Regina Silveira (instalações artísticas), Oscar Niemeyer (obras arquitetônicas), Lina Bo Bardi (obras arquitetônicas), Rudolf Laban (ensaios de dança), Tim Burton (desenhos de cenários), entre outros artistas que usam de elementos visuais – ponto, linha, cor, figura e fundo, espaço, perspectiva, simetria, assimetria, ilusão de ótica etc. – para compor suas criações.

A seguir, sugerimos alguns vídeos e imagens para apreciação, mas, caso você conheça outros pertinentes ao tema, traga para esse momento. Durante a apreciação, solicite que os estudantes anotem quais profissionais aparecem:

- Piet Mondrian. Disponível em: **https://cutt.ly/TOqzjXI**. Acesso em: 17 ago. 2022.
- Metrópolis: Regina Silveira. Disponível em: **https://cutt.ly/bOqzcNs**. Acesso em 17 ago. 2022.

- Multi MIS. Making off "O mundo de Tim Burton". Disponível em: **https://cutt.ly/mOqzIq1**. Acesso em: 17 ago. 2022.
- Dança abstrata. Geometria. Pesquisa. Disponível em: **https://cutt.ly/7OqzSl9**. Acesso em: 17 ago. 2022. Esse vídeo está em inglês, mas a ideia é que os estudantes percebam os figurinos geométricos utilizados.
- Conheça os 10 tatuadores mais famosos do Brasil. Disponível em: **https://cutt.ly/BOqzHkD**. Acesso em: 17 ago. 2022.

Após a apreciação, converse com eles sobre os profissionais e perfis desses em cada uma das funções apresentadas, e também como a geometria está presente no cotidiano dos estudantes, seja por meio dos espaços públicos e privados que frequentam, seja pelo estilo, tatuagem e vestimenta que utilizam, ou mesmo pela preferência de objetos que fazem parte do seu gosto pessoal.

DE OLHO NA INTEGRAÇÃO

Aproveite o momento para conversar com os demais componentes sobre como a geometria é aplicada, a partir dos objetos de conhecimento propostos por eles e traga essas contribuições para as discussões que acontecerão no decorrer deste semestre.

Informe os estudantes de que todas as pesquisas e produções serão inseridas em um portfólio (digital ou não), mas que, ao final desta unidade curricular, todas as produções serão adicionadas no *site* produzido pelo componente 2: *Geometria e equilíbrio.*

SAIBA MAIS

Sugerimos a leitura do capítulo 1 que trata sobre a questão do artista e do artesão e como isso foi se modificando com o tempo, principalmente as páginas 42 a 69.

GREFFE**,** Xavier. **Arte e mercado**. Xavier Greffe; organização Teixeira Coelho; tradução Ana Goldberger. 1 ed. São Paulo: Iluminuras: Itaú Cultural, 2013.

DESENVOLVIMENTO

Semanas 2 e 3: 6 aulas

Utilizando a metodologia **rotação por estações**, divida a turma em seis grupos. Eles passarão por seis estações para realizar experimentações em diferentes áreas nas quais a geometria e/ou simetria se faz presente, para isso, estipule um tempo para que eles possam elaborar suas criações, mesmo que, para isso, você precise dividir essa experimentação em mais aulas.

Procure fazer combinados com a turma sobre a forma de registro do processo de aprendizagem deles, definindo quais meios serão utilizados para a criação desse portfólio, como, por exemplo, um mural digital, um blog, ou outro recurso digital, pensando na divulgação dos produtos futuramente.

Sugestão de estações e proposta de experimentações:

Estação	Proposta	Materiais e recursos
1. Pintura (experimento na profissão de artista plástico)	Criar uma mandala com uso de elementos geométricos.	Individual materiais diversos - sulfite e/ou papel kraft, canetas hidrográficas, tinta, lápis de cor, régua, compasso, lápis preto, entre outros.
2. Dança (experimento na profissão de coreógrafo e dançarino)	Criar uma célula coreográfica (sequência de movimentos), proporcionando movimentos geométricos, articulados.	Grupo elásticos e/ou bastões, ou algum objeto que limite o espaço do corpo.
3. Desenho geométrico (experimento na profissão de desenhista, projetista, arquiteto e/ou engenheiro)	Criar o esboço, de um parque infantil, com uso de elementos geométricos, principalmente a perspectiva.	Individual ou duplas papel sulfite, lápis preto, borracha e régua.
4. Cenário (experimento na profissão de cenógrafo, publicitário)	Criar o esboço de um cenário para um espetáculo fictício intitulado "Geometria em destaque".	Individual ou duplas papel sulfite, lápis preto, lápis de cor, borracha e régua.
5. Joalheria (experimento na profissão de design de jóias)	Criar o esboço de uma corrente, brinco e/ou anel a partir de elementos geométricos, pensando na sua materialidade e cores.	Individual papel sulfite, lápis preto, lápis de cor, borracha e régua.
6. Tatuagem (experimento na profissão de tatuador)	Criar o esboço de uma tatuagem com traços geométricos.	Individual Cada estudante cria a sua tatuagem em papel sulfite.

SAIBA MAIS

Sugestão de outros artistas que, inspirados na geometria, criaram suas obras: Maria Leontina, Juan Miró, Lygia Pape, Kandinsky, Rubem Valentim, Gustavo Rosa, além da arte indígena e africana.

Catálogo **100 Anos de Athos Bulcão**. Disponível em: https://cutt.ly/3Oqz5gC. Acesso em: 17 ago. 2022.

'Geometria' - Roseland Musical. Disponível em: https://cutt.ly/yOqxrQb. Acesso em: 17 ago. 2022.

A cenografia, arte e arquitetura de Gringo Cardia + Espaculele. Disponível em: https://cutt.ly/wOqxdlM. Acesso em: 17 ago. 2022.

SISTEMATIZAÇÃO

Semana 4: 3 aulas

Após todos os estudantes terem passado pelas seis estações, seria interessante expor os trabalhos e conversar sobre o processo de criação, retomando se o projeto de vida dos estudantes conversa com alguma das linguagens trabalhadas, e de quais formas.

Organize um espaço na escola para deixar os trabalhos expostos, e solicite que os estudantes façam breves informativos sobre as profissões vivenciadas, de forma a disseminar entre os demais estudantes como são as produções realizadas nessas funções.

AVALIAÇÃO

Elabore junto com os estudantes uma rubrica de autoavaliação, tendo como ponto de partida as habilidades EM13LGG602, EM13LGG603 e EMIFLGG04, pontuando os processos de criação sobre as diferentes práticas e em diversos campos.

ATIVIDADE 2

INTRODUÇÃO

Semana 5: 3 aulas

Dando prosseguimento às experimentações realizadas na atividade anterior, é importante realizar com os estudantes uma análise de como a geometria foi se transformando no decorrer dos períodos artísticos. Se analisarmos a arte rupestre, podemos ver que a geometria já se fazia presente, depois, ela aparece ainda na pintura egípcia, na arquitetura, escultura e objetos de decoração greco-romana, passando pelos vitrais, mosaicos e toda a arquitetura do período da Idade Média, principalmente na construção de grandes catedrais, nas quais a simetria é uma característica predominante. Do Renascimento, com os estudos de perspectiva e proporção áurea, passando pela arte cubista até a arte abstrata, com o uso dos fractais e da tecnologia, temos um leque de obras nas quais toda a sua base é a partir de elementos geométricos.

Apresente imagens desses períodos e discuta com os estudantes como a geometria se faz presente em cada uma delas. Sugerimos algumas questões para encaminhar essas análises: ***Quais os elementos visuais que podemos destacar na arte rupestre? Como a geometria se faz presente não só nas construções (egípcias, gregas, romanas, bizantinas, góticas), como também nas pinturas? É possível perceber a influência do contexto histórico nessas produções? A simetria pode ser mais percebida em quais obras? O estudante já teve alguma experimentação com fractais ou usa algum aplicativo para esse fim?*** Durante a análise e reflexão, vá anotando os pontos que achar pertinente para uma retomada ou maior explicação.

SAIBA MAIS

Professor, sugerimos a leitura dessa matéria, a fim de ampliar seus conhecimentos para futura discussão com os estudantes.

Tudo o que você precisa saber sobre os estilos de arquitetura que marcaram cada época. Disponível em: https://cutt.ly/YOqcHJ3. Acesso em: 17 ago. 2022.

DESENVOLVIMENTO

Semanas 6 e 7: 6 aulas

Como podemos ver nas imagens da atividade anterior, muitos artistas usaram da geometria para criar suas composições, e, delas, muitas outras surgiram, principalmente, com o uso de tecnologias digitais que proporcionam e, por vezes, facilitam a criação de exposições, plantas de imóveis, permitindo que o profissional experimente várias possibilidades até chegar ao produto final.

Sugerimos a apresentação de dois vídeos que tratam desse assunto. O primeiro é a exposição **"A liberdade da cor"**, de Cruz Diez, que revela estudo sobre a utilização de cores nas artes/ Exposição. Disponível em: **https://cutt.ly/pOqvadM**. Acesso em: 17 ago. 2022.

O segundo é **"A arte e a fantasia"** de Marko Brajovic. (Disponível em: **https://cutt.ly/QOqvfPZ**. Acesso em: 17 ago. 2022.), que fala sobre os campos em que um arquiteto pode atuar – além de prédios e casas, cenários de exposições e shows, por exemplo.

Após a apreciação, proponha que os estudantes se dividam em dois grupos e realizem uma **curadoria** para uma exposição fictícia, na qual eles terão que pesquisar artistas que trabalham com formas geométricas, sendo um grupo destinado a artistas plásticos (pintores, escultores, artistas de instalações artísticas etc.), e outro grupo de arquitetos, engenheiros (com construções diferenciadas com o uso de elementos geométricos), podendo trazer para esse momento artistas e profissionais de sua localidade.

Para isso, cada grupo terá que pesquisar um artista, arquiteto e/ou engenheiro, trazendo imagens de suas produções e uma pequena biografia sobre sua carreira profissional (pode ser nacional ou estrangeiro). Após esse levantamento de curadoria, poderão apresentar a exposição fictícia por meio de mídias digitais ou painéis analógicos.

Organize a turma para que, durante essas aulas, eles consigam planejar, pesquisar, criar a apresentação e compartilhar com a turma. Por fim, proponha um momento de escuta, para saber o que ficou de mais relevante nessa curadoria, quais os critérios utilizados para a escolha de determinado artista, trazendo para a discussão o Projeto de Vida dos estudantes.

DE OLHO NA INTEGRAÇÃO

Professor, o componente *C2 - Geometria e equilíbrio* abordará conceitos de centro de massa e equilíbrio, esses conceitos podem ser trazidos para este componente, para subsidiar as discussões acerca das produções em arte.

SISTEMATIZAÇÃO

Semana 8: 3 aulas

Aproveite esse momento para resgatar o Projeto de vida dos estudantes e apresente alguns vídeos que explicam um pouco mais sobre essas profissões:

Guia de profissões: Engenharia Civil. Disponível em: **https://cutt.ly/wOqvnUv**. Acesso em: 17 ago. 2022.

Guia de profissões: Arquitetura. Disponível em: **https://cutt.ly/IOqvEI8**. Acesso em: 17 ago. 2022.

Guia de profissões: Artes visuais. Disponível em: **https://cutt.ly/DOqvPdc**. Acesso em: 17 ago. 2022.

Artes visuais. São Paulo. ECA. Disponível em: **https://cutt.ly/cXlFe7C**. Acesso em: 17 ago. 2022.

Após a apreciação, retome a conversa sobre o Projeto de vida deles, levantando questões sobre suas expectativas para as profissões que almejam. Caso apareçam outras profissões, seria interessante reservar um momento para buscar e apreciar outros vídeos que explicam um pouco mais sobre elas.

Para discutir um pouco mais sobre o Projeto de Vida, vale resgatar o conceito descrito no material do Programa Ensino Integral, que diz *"Projeto de Vida é um **processo de descobertas, potencialidades, limites, desejos, autoconhecimento** e **revisão dos valores** dos alunos. Propõe uma **análise sobre "quem ele é" e "quem ele gostaria de ser"** no futuro; uma **reflexão** sobre **seus sonhos e planos**"*, além de seu objetivo *"**Possibilitar** que cada adolescente/jovem, no seu percurso escolar, **trace um planejamento** para **atingir seus objetivos** nos estudos e/ou no mundo do trabalho, estabelecendo roteiros e metas."*

Dessa forma, ao discutir sobre Projeto de Vida, em alguns casos, os objetos de conhecimento descritos no componente curricular não conversam diretamente com ele, mas não podemos esquecer que ele diz: análise sobre quem é esse jovem e quem ele gostaria de ser, ou seja, pensando no estudante como um todo, a discussão sobre o projeto de vida também pode versar sobre sua história pessoal, vida familiar, vida social e afetiva, valores, contextos, personalidade, organização do seu tempo, campo profissional, intelectual e espiritual. Portanto, mesmo que ele não veja ligação da unidade com seu PV, ao discutir sobre "quem ele é" e "quem ele quer ser", perceberá que muito do que é e será discutido aqui compõe sua personalidade.

AVALIAÇÃO

Professor, para esse momento de avaliação, retome as habilidades EM13LGG602, EMIFCG04 e EMIFCG12, e discuta com os estudantes como elas estão presentes nesta atividade. Sugerimos alguns questionamentos para encaminhar essa discussão: ***Foi possível reconhecer as diferentes manifestações artísticas e culturais por meio das curadorias realizadas para a exposição fictícia? Ao realizar a curadoria e apreciar os vídeos sobre as profissões, foi possível refletir melhor sobre seu projeto de vida ou até mesmo direcioná-lo?***

ATIVIDADE 3

INTRODUÇÃO

Semana 9: 3 aulas

A geometria e a simetria também podem ser encontradas na arte oriental, principalmente nos origamis e tangram, objetos de conhecimentos já trabalhados em anos anteriores, como também na arte africana, seja nos trançados dos cabelos, sejam nas estampas das vestimentas, enfim, várias são as possibilidades de encontrarmos fractais geométricos dentro da nossa sociedade, mas advindas de outras culturas.

Mas não é só na arte que vemos a geometria e a simetria em composições harmoniosas, a natureza, o corpo humano, entre vários outros campos, percebemos essas combinações, que chamamos de fractais. Sugerimos a apreciação do vídeo a seguir para ilustrar melhor o que são fractais e onde os encontramos: **Geometria fractal. Arte e Matemática.** Disponível em: **https://cutt.ly/bOqvVWq**. Acesso em: 17 ago. 2022.

Após a apreciação dos vídeos, promova uma roda de conversa, e traga para a discussão elementos culturais dos próprios estudantes, em que os fractais estão inseridos, seja culturalmente ou "imposto" pelo seu estilo de vida.

DE OLHO NA INTEGRAÇÃO

Professor, converse com o componente *C1 - Geometria: diferentes olhares* que também irá abordar o uso dos fractais, mas por um outro ângulo. Traga essas contribuições para as atividades que se seguem.

DESENVOLVIMENTO

Semanas 10 e 11: 6 aulas

Organize essas aulas para que seja possível realizar uma apreciação, planejar e criar fractais e, por fim, compartilhar as produções, discutindo sobre seu processo de criação.

SAIBA MAIS

Professor, indicamos uma leitura sobre **Geometria fractal e atividades para o ensino de matemática: degraus fractais e esponja de Menge**r. (capítulo 1 - história dos fractais e 3 - sugestão de atividades). Disponível em: **https://cutt.ly/zOqv1X5**. Acesso em: 17 ago. 2022.

Fractalize: Modelagem fractal nas ciências e engenharias. Disponível em: **https://cutt.ly/POqbsrw**. Acesso em: 17 ago. 2022.

No texto **Fractais: Obras de arte geradas por equações matemáticas** (itens 1, 4 e 9, mais especificamente) podemos entender um pouco mais sobre como a arte e a matemática podem trabalhar juntas na construção dos fractais. Disponível em: **https://cutt.ly/aOqbYRe**. Acesso em: 17 ago. 2022.

Sugerimos a apresentação do tutorial **Construa seu próprio fracta**l. Disponível em: **https://cutt.ly/FOqbBGP**. Acesso em: 17 ago. 2022. Convide os estudantes a criarem seus fractais em folhas de sulfite ou folhas coloridas.

Depois, em um outro momento, programe o uso da sala de informática, para a criação de um fractal com o uso do programa *powerpoint*, ou algum aplicativo que você possa sugerir para essa experimentação. No caso desse programa, além de já estar nas máquinas, não é necessário o uso da internet, o que facilita o uso em algumas escolas. Essa atividade pode ser realizada em duplas ou individualmente, a proposta é que os estudantes entendam, a partir da experimentação, como criar uma imagem estática e dar movimento a ela. Sugerimos que você acesse o blog **Linguagens de arte** (Disponível em: **https://cutt.ly/KOqb9Cw**. Acesso em: 17 ago. 2022.), no qual constam imagens sobre a atividade sugerida.

Com a metodologia da **Cultura maker**, o estudante irá elaborar um fractal a partir de uma forma geométrica que se repetirá por todo o espaço da folha em diferentes tamanhos e/ou escalas, além de pensar nas cores que também irão compor a produção. Nesse primeiro momento, o fractal será uma imagem estática.

Após essa elaboração, o estudante transformará esse fractal em uma imagem em movimento, para isso, selecione toda a imagem e, na barra de ferramentas, selecione o ícone "Animações", que abrirá várias opções para ele movimentar seu fractal. Colocar o trabalho no modo "apresentação" e ver o

efeito que foi criado. Caso a turma opte por outro aplicativo, eles também deverão criar o seu próprio fractal estático, e depois em movimento. Após as produções, organize um momento para eles apresentarem e explicarem o processo de criação – formas, cores e movimentos escolhidos.

Após a finalização, insira-o no mural/blog que a turma definiu como portfólio das criações realizadas neste componente.

SISTEMATIZAÇÃO

Semana 12: 3 aulas

Professor, finalize essa atividade trazendo para discussão os diferentes suportes que os estudantes utilizaram para criar suas produções (em todas atividades que já realizaram neste componente), aproveite para conversarem também como alguns artistas utilizaram desse recurso para criar suas obras. Aqui, sugerimos o vídeo **Como filmes te enganaram usando pinturas incríveis** (Disponível em: **https://cutt.ly/6OqnqvC**. Acesso em: 17 ago. 2022.), que mostra como alguns cenários de filmes eram feitos para demonstrar a repetição ou grandes espaços.

Já no site **ArtStation** (Disponível em: **https://cutt.ly/NOqnsXR**. Acesso em: 17 ago. 2022.) os estudantes podem visualizar um vasto **portfólio** de artistas que trabalham com imagens para games, mídias digitais e filmes. Aqui é interessante ter um tempo para que os estudantes possam visualizar diferentes cenários em que a geometria se faz presente. Claro que, por se tratar de um portfólio, o estudante irá se deparar com imagens de todos os tipos – cenários, personagens, cenas, mas direcione o olhar deles para a questão da geometria como composição de cenários.

Aqui cabe uma atenção especial, todas as imagens têm direitos autorais de seus criadores, logo, não podem ser utilizadas sem a devida liberação, bom deixar os estudantes avisados, mesmo que a proposta aqui seja apenas de apreciar as imagens, e não utilizá-las para qualquer produção. A ideia é ampliar o olhar do jovem para os campos artísticos de atuação nessa área.

AVALIAÇÃO

A partir das conversas sobre o processo de criação, realize uma autoavaliação com a turma, resgatando as habilidades do eixo Processo Criativo – EMIFLGG04 e EMIFCG04 – que trazem conceitos de fruição, vivência, criação e olhar crítico sobre os produtos elaborados.

ATIVIDADE 4

INTRODUÇÃO

Semana 13: 3 aulas

Fizemos um percurso sobre o uso da geometria por alguns artistas, profissionais, de hoje, de tempos atrás, mas e quanto a origem desse uso em algumas culturas, e como isso se tornou característico de determinadas regiões e comunidades? Aqui, vale uma apreciação do uso da geometria em diferentes culturas de forma a entender como algumas sociedades foram se formando e virando polos, seja de azulejos, ou pelos maravilhosos mosaicos, e ainda as estampas utilizadas nas vestimentas africanas, por exemplo. Sugerimos os vídeos a seguir, mas caso você, professor, tenha conhecimentos de outras produções artísticas, mais pertinentes ao estudante, fique à vontade para incluir essas contribuições nesse momento de apreciação:

Azulejos portugueses - Azulejos portugueses. Disponível em: **https://cutt.ly/UOqnkqs**. Acesso em: 17 ago. 2022.

Mosaicos árabes - Mosaico de arte araba del Louvre Paris. Disponível em: **https://cutt.ly/VOqnxFq**. Acesso em: 17 ago. 2022.

Turbante é resistência. Conheça sua história, os tipos e como aderir. Disponível em: **https://cutt.ly/KOqnnCn**. Acesso em: 17 ago. 2022.

Tecidos e estampas em África. Disponível em: **https://cutt.ly/vOqnElC**. Acesso em: 17 ago. 2022.

Solicite que os estudantes façam uma **pesquisa de campo** nos arredores da escola, trazendo para discussão em sala de aula componentes geométricos que estão presentes na sua cidade. Peça que pesquisem se há algum prédio, manifestação artística e/ou cultural ou patrimônio material e/ou imaterial que traz em sua composição, registros (de preferência, geométricos) de outras culturas. Organize um momento para essa troca de informações, e aproveite para abordar a questão do pertencimento cultural e sua preservação.

DESENVOLVIMENTO

Semanas 14 e 15: 6 aulas

Agora que o estudante já ampliou seus conhecimentos sobre como as composições geométricas estão presentes em várias partes do mundo, incluindo sua região – seja em decorações de casas, edifícios, igrejas, templos etc., chegou a vez de ele criar uma composição geométrica que será retomada futuramente em um projeto empreendedor. Essa atividade também tem como objetivo mostrar ao estudante o processo de criação abstrata a partir de um objeto concreto.

Para isso, separe folhas de sulfite, e também programe o uso da sala de informática. Caso não seja possível utilizar a sala de informática, o estudante poderá fazer a segunda parte da atividade no sulfite mesmo. O uso do computador é mais uma forma de suporte a ser utilizado.

Sugerimos que você acesse o blog **Linguagens de arte** (Disponível em: **https://cutt.ly/IOqnUqQ**. Acesso em: 17 ago. 2022.), no qual constam imagens sobre essa atividade sugerida.

Peça que cada estudante escolha uma palavra positiva – pode ser seu nome, um agradecimento, ou até mesmo uma disciplina e/ou componente deste aprofundamento. Ele deverá escrever essa palavra utilizando várias fontes, estilos, tamanhos, provoque-o a usar sua criatividade, deixando a palavra bem diferenciada. Após esse estudo de escrita, peça que ele faça um recorte em formato de um quadrado pequeno e coloque sobre as palavras, analisando qual delas tem um traçado geométrico interessante que poderá ser reproduzido. Escolhido o pedaço, chegamos à parte da escolha das cores.

Toda essa parte pode ser feita tanto no sulfite, como no computador (sugerimos os programas *Paint brush* ou *Powerpoint*).

Definida a parte a ser utilizada e as cores, em um outro documento, ou folha de sulfite, o estudante irá criar sua composição geométrica, brincando com a figura escolhida, girando-a horizontalmente e verticalmente, até criar as combinações que julgar harmônicas para seu projeto.

SISTEMATIZAÇÃO

Semana 16: 3 aulas

Finalizada essa composição, organize um momento para que todos os estudantes possam incluir a produção no portfólio digital, apresentar suas produções e explicar como foi o processo de criação que poderá ser transformado em objeto de venda.

Aproveite esse momento para conversarem e definirem qual objeto pode ser transformado em um produto vendável, visto as produções que foram realizadas durante as atividades. A atividade a seguir sugere uma bolsa ecológica, mas vocês podem escolher outros produtos que tenham mais relevância para sua região e/ou comunidade escolar.

SAIBA MAIS

Sugerimos a apreciação do vídeo "***Alla Prima*** - Um filme sobre o processo criativo na arte", a fim de subsidiar futuras discussões sobre o processo criativo que os estudantes vivenciaram a partir dessa atividade. Disponível em: **https://cutt.ly/BOqnSxr**. Acesso em: 17 ago. 2022.

O que é processo criativo? Arte viral. Disponível em: **https://cutt.ly/1Oqn3HS**. Acesso em: 17 ago. 2022.

AVALIAÇÃO

Selecione os verbos das habilidades EMIFCG04, EMIFLGG04 e EM13LGG603 e os objetos de conhecimento que ficaram em maior evidência nas atividades e junto dos estudantes, elaborem uma rubrica, pontuando itens dessas habilidades que possibilitaram uma maior compreensão nas vivências praticadas.

ATIVIDADE 5

INTRODUÇÃO

Semana 17: 3 aulas

Neste momento, os estudantes vão iniciar um projeto empreendedor de venda, sugerimos uma sacola ecológica com a estampa produzida anteriormente. Decidido o produto, solicite que ele resgate a composição geométrica realizada na atividade anterior, e estampe-a em uma sacola ecológica (aquelas sacolas de algodão cru), pensando em vendê-la para a comunidade escolar.

Caso a sugestão da sacola não agrade aos estudantes, combine com eles quais outros suportes (tecidos para turbantes, camisetas, canecas, entre outros) poderiam receber essa estampa. O suporte não é o principal objeto desta atividade, e sim a aplicação da estampa em algum suporte para ser comercializado. Atenção apenas ao suporte e material de aplicação, pois dependendo da matéria, algumas tintas podem não ter o efeito desejado.

Aproveite o momento para discutir esses detalhes e organizar o planejamento de produção das peças que serão comercializadas. A estampa é uma sugestão, pois foi realizado todo um processo de criação, mas caso o estudante queira utilizar algum esboço realizado na atividade 1, também é válido, desde que o motivo estampado seja geométrico e tenha sido criado por ele em alguma das atividades realizadas.

DESENVOLVIMENTO

Semanas 18 e 19: 6 aulas

Nesse momento, os estudantes vão produzir as sacolas. Para isso, eles já devem ter planejado quais materiais serão utilizados. Organize um momento para essa produção, pensando no tempo de secagem da peça e espaço que poderá ficar exposto enquanto sua produção não for finalizada.

Havendo tempo, proponha que eles pensem também na divulgação desse produto, seja uma divulgação pequena, apenas entre a comunidade escolar, como também anunciando em suas redes sociais. Para isso, organize, dentre essas aulas, momentos para a confecção do produto, como também, momentos para criação da publicidade dele (desde um cartão de visita, até mesmo um comercial feito em vídeo), nesse caso, resgate os elementos inseridos em uma campanha publicitária, para que os estudantes possam realizá-la da melhor maneira possível.

Lembre-os de registrarem todo o processo de criação no portfólio.

DE OLHO NA INTEGRAÇÃO

Aqui também, por se tratar de uma peça de venda, o estudante deve saber calcular o valor. Logo, converse com o professor do *C1 - Geometria: diferentes olhares* sobre a possibilidade de realizarem o cálculo para venda da peça.

Conforme mencionado na Atividade 1, as produções realizadas neste componente, serão inseridas no site produzido pelo componente 2: *Geometria e equilíbrio.* Organize com os estudantes quais serão os produtos e textos que irão contribuir com material para o site.

SAIBA MAIS

Professor, caso queira apresentar e discutir com os estudantes acerca de como calcular preços dos produtos produzidos, sugerimos o site do Sebrae – Como calcular preço de venda. Disponível em: **https://cutt.ly/CNfaHn1**. Acesso em: 17 ago. 2022.

SISTEMATIZAÇÃO

Semana 20: 3 aulas

Professor, chegou o momento de organizar a venda dos produtos elaborados. Para isso, aproveite o momento para planejar como será essa venda, espaços utilizados, se será aberta ao público da comunidade escolar, se será online ou física. Veja com a gestão da escola a viabilidade para essa ação.

Após esse momento, promova uma **roda de conversa** para discutirem sobre essa unidade curricular, se as expectativas foram sanadas e o que ficou de mais relevante nesse processo, resgatando o portfólio e as produções inseridas nele.

AVALIAÇÃO

Para finalizar essa unidade curricular, proponha uma autoavaliação com os estudantes, retomando o que se pede nas habilidades sobre empreendedorismo – EMIFCG12 e EMIFLGG12, analisando sobre como o estudante se vê nesse perfil empreendedor.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A. A. O. (2006). **Os fractais na formação docente e sua prática na sala de aula**. Dissertação de Mestrado, Pontifícia Universidade Católica – PUC, São Paulo-SP.

Cavalcante, Raimundo Nonato Barbosa. Sousa, Maria Hortência Rodrigues. Sousa, José Parmênidas Rodrigues de. A interdisciplinaridade entre matemática e geografia: inferindo conceitos de localização e distâncias na cidade. **Revista Encantar - Educação, Cultura e Sociedade** - Bom Jesus da Lapa, v. 1, n. 3, p. 07-20, set./dez. 2019.

Junior, Fábio Médice. **Fractais: motivando a matemática no Ensino Médio.**67 pág. UFRRJ- Instituto de Ciências Exatas Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional-PROFMAT. Seropédica, RJ. 2014.

SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO
COORDENADORIA PEDAGÓGICA – COPED

Coordenadora
Viviane Pedroso Domingues Cardoso

Diretora do Departamento de Desenvolvimento Curricular e de Gestão Pedagógica – DECEGEP
Valeria Tarantello de Georgel

Diretora do Centro de Ensino Médio – CEM
Ana Joaquina Simões Sallares de Mattos Carvalho

Coordenadora de Etapa do Ensino Médio
Helena Cláudia Soares Achilles

Diretora do Centro de Projetos e Articulação de Iniciativas com Pais e Alunos – CEART
Deisy Christine Boscaratto

Equipe Técnica e Logística
Aline Navarro, Cassia Vassi Beluche, Eleneide Gonçalves dos Santos, Felipe Oliveira Santos, Isabel Gomes Ferreira, Isaque Mitsuo Kobayashi, Priscila Gomes de Siqueira Salvatico, Renata Nunes Gomes, Silvana Aparecida de Oliveira Navia e Simone Vasques

Consultora
Maria Adriana Pagan

Colaboração Técnico-Pedagógica:
Instituto Reúna
Kátia Stocco Smole
Cléa Maria da Silva Ferreira
Bruna Caruso
Priscila Oliveira
Isabella Paro

ÁREA DE CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS

Coordenação de área: Alexandra Fraga Vazquez – Equipe Curricular de Química – COPED.

Organização e redação: Alexandra Fraga Vazquez, Equipe Curricular de Química – COPED; Beatriz Felice Ponzio, Equipe Curricular de Biologia – COPED; Marcelo Peres Vio, Equipe Curricular de Física – COPED; Rodrigo Fernandes de Lima, Equipe Curricular de Química – COPED; Silvana Souza Lima, Equipe Curricular de Física – COPED; Tatiana Rossi Alvarez, Equipe Curricular de Biologia – COPED.

Apoio institucional Instituto Reúna: Paulo Cunha (coordenação), Jefferson Meneses, Ana Paula Martins.

Colaboração: Gisele Nanini Mathias – Equipe Curricular de Ciências – COPED

Leitura crítica: Ana Joaquina Simões Sallares de Mattos Carvalho, Helena Cláudia Soares Achilles, Maria Adriana Pagan, Janaina Lucena da Cruz, Ubiratan Pasim Bernardes, Rodolfo Rodrigues Martins, Deysielle Ines Draeger (PCNP Bauru); Cristiane Maranni Coppini (PCNP São Roque); Cleunice Dias de Oliveira Gaspar; Jefferson Heleno Tsuchiya, Maria Fernanda Penteado Lamas, Bruno Garcês (Mundo do Trabalho), Renata Alencar (Integração Curricular) e Renata Mônaco (Projeto de Vida), Cléa Maria da Silva Ferreira – Instituto Reúna, Mônica Mandaji (Instituto Conhecimento para Todos – IK4T), Angela da Silva (Instituto Conhecimento para Todos – IK4T), Bruno César dos Santos (Instituto Conhecimento para Todos – IK4T)

ÁREA DE CIÊNCIAS HUMANAS E SOCIAIS APLICADAS

Coordenação de área: Tânia Gonçalves, equipe curricular de Filosofia – COPED.

Organização e redação SEDUC: Clarissa Bazzanelli Barradas, equipe curricular de História – COPED; Edi Wilson Silveira, equipe curricular de História – COPED; Emerson Costa, equipe curricular de Sociologia – COPED; Marcelo Elias de Oliveira, equipe curricular de Sociologia – COPED; Milene Soares Barbosa, equipe curricular de Geografia – COPED; Sergio Luiz Damiati, equipe curricular de Geografia – COPED; Tânia Gonçalves, equipe curricular de Filosofia – COPED.

Apoio institucional Instituto Reúna: Pablo de Oliveira de Mattos (coordenação), André Sekkel Cerqueira, Marisa Montrucchio.

Leitura Crítica: Ana Joaquina Simões Sallares de Mattos Carvalho, Helena Cláudia Soares Achilles, Maria Adriana Pagan, Priscilla de Mendonça Schmidt, Paulo Rota, Débora Lopes Fernandes, Felipe Pereira Lemos (Professor DE São Carlos), Luciano Silva Oliveira, Luiz Ricardo Tadeu Calabresi, Marcelo Comar Giglio (Professor DE São Carlos), Thalita Pamela Alves (Professor DE São Carlos), Simone Silverio Mathias (PCNP Ourinhos), Bruno Garcês (Mundo do Trabalho), Renata Alencar (Integração Curricular) e Renata Mônaco (Projeto de Vida), Cléa Maria da Silva Ferreira – Instituto Reúna, Prof. Dr. José Alves (UNICAMP), Mônica Mandaji (Instituto Conhecimento para Todos – IK4T), Angela da Silva (Instituto Conhecimento para Todos – IK4T), Bruno César dos Santos (Instituto Conhecimento para Todos – IK4T), Leandro Holanda (especialista STEAM do Instituto Reúna)

LINGUAGENS E SUAS TECNOLOGIAS

Coordenação de área: Marcos Rodrigues Ferreira – Equipe Curricular de Língua Portuguesa

Organização e redação SEDUC: Elisangela Vicente Prismit – Equipe Curricular de Arte – COPED; Priscila de Souza e Silva Alves Canneori – Equipe Curricular de Arte – COPED; Luiz Fernando Vagliengo – Equipe Curricular de Educação Física – COPED; Marcelo Ortega Amorim – Equipe Curricular de Educação Física – COPED; Marcos Rodrigues Ferreira – Equipe Curricular de Língua Portuguesa – COPED, Mirna

Léia Violin Brandt – Equipe Curricular de Educação Física – COPED; Emerson Thiago Kaishi Ono – Equipe Curricular de Língua Estrangeira Moderna – COPED; Pamella de Paula da Silva Santos – Equipe Curricular de Língua Estrangeira Moderna – COPED; Michel Grellet Vieira – Equipe Curricular de Língua Portuguesa – COPED.

Apoio institucional Instituto Reúna: Marisa Balthasar (coordenação), Ana Luísa Gonçalves, Isabel Filgueiras.

Colaboração: Carlos Eduardo Povinha – Equipe Curricular de Arte – COPED; Daniela de Souza Martins Grillo – Equipe Curricular de Arte – COPED; Leandro Henrique Mendes – Equipe Curricular de Língua Portuguesa – COPED; Liana Maura Antunes da Silva Barreto – Equipe Curricular de Língua Estrangeira Moderna – COPED; Mary Jacomine da Silva – Equipe Curricular de Língua Portuguesa – COPED.

Leitura Crítica: Ana Joaquina Simões Sallares de Mattos Carvalho, Helena Cláudia Soares Achilles, Maria Adriana Pagan, Eliane Aguiar, Débora Lopes Fernandes, Graciella de Souza Martins, Katiuscia da Silva, Ligia Maria Morasco Dorici, Luciano Aparecido Vieira da Silva, Rosângela Fagian de Carvalho, Tânia Azevedo, Carla Moreno, Elizângela Areas Ferreira de Almeida, Lilian Medrado Rubinelli, Ligia Estronioli de Castro (Diretora de Ensino Bauru); Isabela Muniz dos Santos Cáceres (Diretora de Ensino Votorantim); Thaisa Pedrosa Silva Nunes (Diretora de Ensino Tupã); Renata Andreia Placa Orosco de Souza (PCNP Presidente Prudente); Marisa Mota Novais Porto (PCNP Carapicuíba); Djalma Abel Novaes (PCNP Guaratinguetá); Rosane de Paiva Felício (Diretora de Ensino de Piracicaba), Bruno Garcês (Mundo do Trabalho), Renata Alencar (Integração Curricular) e Renata Mônaco (Projeto de Vida), Cléa Maria da Silva Ferreira – Instituto Reúna, Mônica Mandaji (Instituto Conhecimento para Todos – IK4T), Angela da Silva (Instituto Conhecimento para Todos – IK4T), Bruno César dos Santos (Instituto Conhecimento para Todos – IK4T), Egon de Oliveira Rangel.

MATEMÁTICA E SUAS TECNOLOGIAS

Coordenação de área: Sandra Pereira Lopes – Equipe Curricular de Matemática.

Organização e redação SEDUC: Ana Gomes de Almeida – Equipe Curricular – COPED; Arlete Aparecida Oliveira de Almeida – Centro de Inovação – CEIN; Sandra Pereira Lopes – Equipe Curricular – COPED; Benedito de Melo Longuini (PCNP Pirassununga); Fernanda Aparecida da Silva (PCNP DE Bragança Paulista); Marcelo Navarro da Silva (PCNP DE Guarulhos Norte).

Apoio institucional Instituto Reúna: Maria Ignez Diniz (coordenação), Fernanda Saeme Martines Matsunaga; Thiago Henrique Santos Viana.

Colaboradores: Cecília Alves Marques – Equipe Curricular – COPED; Isaac Cei Dias – Equipe Curricular – COPED; Otávio Yoshio Yamanaka – Equipe Curricular – COPED; Rafael José Dombrauskas Polonio – Equipe Curricular – COPED.

Leitura Crítica: Ana Joaquina Simões Sallares de Mattos Carvalho, Helena Cláudia Soares Achilles, Maria Adriana Pagan, Priscila Cerqueira, Sandra Regina Correa Amorim, Fabio Alves de Moraes, Ricardo Naruki Hiramatsu, Rafael Felipe Leone, Marcelo, Lilian Silva de Carvalho, Maria Regina Lima, Bruno Garcês (Mundo do Trabalho), Renata Alencar (Integração Curricular) e Renata Mônaco (Projeto de Vida), Cléa Maria da Silva Ferreira (Instituto Reúna), Mônica Mandaji (Instituto Conhecimento para Todos – IK4T), Angela da Silva (Instituto Conhecimento para Todos – IK4T), Bruno César dos Santos (Instituto Conhecimento para Todos – IK4T), Leandro Holanda (especialista STEAM), Lilian Silva de Carvalho (PCNP DE São Carlos), Maria Regina Duarte Lima (PCNP DE José Bonifácio)

Colaboração:

Assessor Técnico de Gabinete III – SEDUC Camila Aparecida Carvalho Lopes

Revisão de Língua: Leandro Henrique Mendes, Liliane Pereira da Silva Costa, Marcos Rodrigues Ferreira, Mary Jacomine da Silva, Michel Grellet Vieira, Teônia de Abreu Ferreira

Agradecimentos especiais: Alison Fagner de Souza e Silva (Secretaria Executiva de Desenvolvimento da Educação – PE), Janine Furtunato Queiroga Maciel (Secretaria Executiva de Desenvolvimento da Educação – PE), Érika Botelho Guimarães (Secretaria de Estado de Educação – DF), Luciano Dartora (Secretaria de Estado de Educação – DF), Vania da Costa Amaral (Secretaria de Estado de Educação – DF), Richard James Lopes de Abreu (Secretaria de Estado de Educação – DF), George Amilton Melo Simões (Secretaria de Estado de Educação – DF), Olires Marcondes (Secretaria de Estado da Educação – ES), Rebeca Amorim (Secretaria de Estado da Educação – ES), Carmem Cesarina Braga de Oliveira (Secretaria de Estado da Educação, Cultura e Esportes – AC), Cláudio Soares dos Santos (Secretaria de Estado da Educação, Cultura e Esportes – AC), Danielly Franco de Matos (Secretaria de Estado da Educação, Cultura e Esportes – AC), Eliane Merklen (Secretaria de Estado da Educação, Cultura e Esportes – AC), Priscila de Araújo Pinheiro (Secretaria de Estado da Educação, Cultura e Esportes – AC), Rosseline Muniz e Silva (Secretaria de Estado da Educação, Cultura e Esportes – AC), Vanda Gomes de Brito (Secretaria de Estado da Educação, Cultura e Esportes – AC).

Revisores Alan Nicoliche da Silva; Alexandra Fraga Vazquez; Ana Joaquina Simões Sallares de Mattos Carvalho; Maria Adriana Pagan

O material Currículo em Ação é resultado do trabalho conjunto entre técnicos curriculares da Secretaria da Educação do Estado de São Paulo, PCNP atuantes em Núcleos Pedagógicos e professores da rede estadual de São Paulo.

Amparado pelo Currículo Paulista, este caderno apresenta uma pluralidade de concepções pedagógicas, teóricas e metodológicas, de modo a contemplar diversas perspectivas educacionais baseadas em evidências, obtidas a partir do acúmulo de conhecimentos legítimos compartilhados pelos educadores que integram a rede paulista.

Embora o aperfeiçoamento dos nossos cadernos seja permanente, há de se considerar que em toda relação pedagógica erros podem ocorrer. Portanto, correções e sugestões são bem-vindas e podem ser encaminhadas através do formulário **https://forms.gle/1iz984r4aim1gsAL7**.

ATENÇÃO! Este formulário deve ser acessado com e-mail institucional SEDUC-SP.



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
Secretaria da Educação