

Secretaria
de Educação e
Esportes



GOVERNO DE
**PER
NAM
BU**CO
ESTADO DE MUDANÇA

Unidade Curricular

Produção Experimental

Material de apoio à ação docente

PERNAMBUCO



SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL
GERÊNCIA DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO

Secretário de Educação e Esportes

Ivaneide Dantas

Secretário Executivo Planejamento e Coordenação

Mônica Maria Andrade

Secretária Executiva de Desenvolvimento da Educação

Tárcia Regina da Silva

Secretária Executiva de Educação do Ensino Médio e Profissional

Ana Cristina Dias

Secretário Executivo de Administração e Finanças

Gilson Monteiro Filho

Secretário Executivo de Gestão da Rede

Igor Fontes Cadena

Secretário Executivo de Esportes

Luciano Leonídio

Equipe de elaboração

Viviane Cristina Silva Araújo Almeida
Regina Celi de Melo André

Equipe de coordenação

Gerente de Políticas Educacionais do Ensino Médio (GPEM/SEDE)

Janine Fortunato Queiroga Maciel

Gestor Pedagógico (GPEM/SEDE)

Rômulo Guedes e Silva

Chefe da Unidade do Ensino Médio (GPEM/SEDE)

Andreza Shirlene Figueiredo de Souza

Revisão

Andreza Shirlene Figueiredo de Souza

Sumário

1. Apresentação	5
2. Metrologia	7
Orientações para realização de atividades	121
Orientações para a Avaliação	13
3. Cultura Maker	13
Orientações para realização de atividades	15
Orientações para a Avaliação	18
4. Impressora 3D	18
Orientações para realização de atividades	20
Orientações para a Avaliação	31
5. Referências bibliográficas	33

I. Apresentação

Prezado/a professor/a.

Produção Experimental é uma Unidade Curricular (UC) destinada aos estudantes do 3º ano do Ensino Médio da Rede Pública Estadual de Pernambuco e fundamentada na Portaria nº 1.432/2018, que orienta a elaboração dos Itinerários Formativos.

Esta Unidade Curricular está inserida na *Trilha Formativa Tecnologias Digitais*. É importante salientar que na nova organização curricular, todas as Unidades Curriculares propostas nas Trilhas possuem um ou mais eixos estruturantes que as embasam quanto às habilidades a serem desenvolvidas durante a prática pedagógica com os estudantes. Com isso, temos para a Unidade Curricular *Produção Experimental*, as seguintes habilidades a serem desenvolvidas: **Processos Criativos e Mediação e Intervenção Sociocultural**, respectivamente:

(EMIFMAT06PE) Propor e testar soluções éticas, estéticas, criativas e inovadoras para problemas envolvendo tecnologias digitais como processos de produção, construção de peças e usinagem de precisão, considerando a aplicação dos conhecimentos matemáticos associados a esse contexto, de modo a desenvolver novas abordagens e estratégias nos diversos processos (Pernambuco, 2021, p.580).

(EMIFMAT07PE) Identificar e explicar a produção tecnológica que envolva experimentação e processos de produção utilizando conhecimentos e habilidades matemáticas para avaliar e tomar decisões que impactem numa intervenção sociocultural (Pernambuco, 2021, p.580).

Com o propósito de que o desenvolvimento das habilidades sugeridas em cada Unidade Curricular aconteça de forma significativa, é importante perceber que essas unidades dialogam com a estrutura da Trilha Formativa no que tange tanto o Perfil do Egresso apresentado, como com os objetivos construídos do decorrer de cada Unidade Temática. Logo, para compreender o trabalho a ser realizado numa determinada Unidade Curricular como a de Produção Experimental, é fundamental entender a relação existente

SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL
GERÊNCIA DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO

entre o que está sendo proposto a partir de suas Habilidades e Ementa, bem como o que está sendo apresentado na estrutura que compõe a Trilha Formativa como um todo.

A **ementa** desta Unidade Curricular é:

Uso de instrumentos de medidas de precisão tais como: paquímetro, transferidor, régua, micrômetro, bem como transformações de unidades de medida nas tecnologias digitais. Experimentações com tecnologias digitais envolvendo os processos de fabricação, materiais, construção de peças. Identificação, explicação e produção de usinagem e impressão 3D comparando diversos tipos de filamento (por exemplo: ABS e PLA). Elaboração de protótipos com produção experimental, a exemplo da cultura maker para mediação e intervenção sociocultural na busca de soluções criativas e inovadoras (Pernambuco, 2021, p.580).

Sendo assim, este material de apoio à ação docente tem como objetivo contribuir para o trabalho do docente com sugestões que se referem à unidade curricular ***Produção Experimental*** com foco nas habilidades e eixos estruturantes.

2. Metrologia

A metrologia dedica-se à totalidade das grandezas, em especial, aquelas relacionadas às dimensões lineares e angulares. É a ciência da medição e suas aplicações e tem importância incontestável, já que sem ela não seria possível cronometrar o tempo, medir a velocidade de um móvel ou a massa de um objeto, por exemplo. Além de sua utilização no cotidiano, a metrologia é fundamental em qualquer campo das ciências e tecnologias, pois possibilita ao indivíduo a capacidade de usar corretamente instrumentos de medidas, adotar métodos de medição convenientes a diversas situações além de dar significado a resultados a fim de obter qualidade na interpretação.

Conceitos sobre medição

- **Instrumentação** - É o conjunto de técnicas e instrumentos usados para observar, medir e registrar fenômenos físicos. Preocupa-se com o estudo, o desenvolvimento, a aplicação e a operação dos instrumentos.
- **Medição** - Existe uma imensa variedade de coisas diferentes que podem ser medidas sob vários aspectos. Imagine uma lata, dessas que são usadas para refrigerante. Pode-se medir sua altura, quanto ela “pesa” e ainda o quanto de líquido ela pode suportar. Cada um desses aspectos: comprimento, massa e volume, implicam numa grandeza física diferente. Medir é comparar uma grandeza com uma outra, de mesma natureza, tomada como padrão. Medição é portanto, o conjunto de operações que tem por objetivo determinar o valor de uma grandeza.
- **Grandeza** - pode ser definida, resumidamente, como sendo o atributo físico de um corpo que pode ser qualitativamente distinguido e quantitativamente

SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL
GERÊNCIA DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO

determinado. Por exemplo: a altura da lata de refrigerante é um dos atributos desse corpo, definido pela grandeza comprimento, que é qualitativamente distinto de outros atributos (diferente de massa por exemplo) e quantitativamente determinável ou seja, que pode ser expresso por um número.

- **Unidade de medição** - Para determinar o valor numérico de uma grandeza, é necessário que se disponha de uma outra grandeza de mesma natureza, definida e adotada por convenção, para fazer a comparação com a primeira. Para saber a altura daquela lata de refrigerante, por exemplo, é preciso adotar um comprimento definido para ser usado como unidade. O comprimento definido como unidade de medida pelo Sistema Internacional de Unidades – SI, é o metro, seus múltiplos e submúltiplos.
- **Padrão** - Seria bem complicado medir a altura de uma lata usando apenas a definição do metro. Para isso existem os Padrões Metrológicos. Um padrão metrológico é, em resumo, um instrumento de medir ou uma medida materializada destinada a reproduzir uma unidade de medir para servir como referência. O padrão de qualquer grandeza reconhecido como tendo a mais alta qualidade metrológica e cujo valor é aceito sem referência a outro padrão, é chamado de Padrão Primário. Um padrão cujo valor é estabelecido pela comparação direta com o padrão primário é chamado de Padrão Secundário, e assim sucessivamente, criando uma cadeia de padrões onde um padrão de maior qualidade metrológica é usado como referência para o de menor qualidade metrológica. Pode-se, por exemplo, a partir de um Padrão de Trabalho, percorrer toda a cadeia de rastreabilidade desse padrão, chegando ao Padrão Primário.
- **Instrumento de medição** - Conhecidos os padrões de medição, antes de realizar qualquer medição, precisamos saber qual a grandeza que pretendemos medir e o grau de exatidão que pretendemos obter como resultado dessa medição, para então podermos escolher o instrumento de medir adequado. Além disso, é necessário que o instrumento ou medida materializada em questão tenha sido

SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL
GERÊNCIA DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO

calibrado. Para sabermos quanto “pesamos”, a grandeza a ser medida é a massa, e não é necessário um resultado de grande exatidão, a balança antropométrica da farmácia resolve o caso. Mas para saber quanto mede um componente de um medicamento em uma farmácia de manipulação, é necessário que se tenha um resultado de grande exatidão de medição, neste caso, utiliza-se um instrumento mais adequado, uma balança analítica compatível com a exatidão requerida.

- **Método de medição** - Mesmo nas medições mais corriqueiras, adotamos de maneira consciente ou inconsciente, um método de medição e um procedimento de medição. Métodos e procedimentos de medição são adotados em razão da grandeza a ser medida, da exatidão requerida e de outros condicionantes que envolvem uma série de variáveis. Por exemplo: para se determinar o volume de 200 ml de óleo. Se a medida for para fazer uma receita, não é necessário uma grande exatidão e pode-se usar uma proveta por exemplo. Porém, quanto exige-se maior exatidão, num ensaio de laboratório, será preciso utilizar outro método que leve em consideração outras variáveis como: temperatura, massa específica entre outras, uma vez que o volume do óleo varia em razão da temperatura que este apresenta no momento da medição.
- **Resultado da medição** - Após medir uma grandeza, deve-se enunciar o resultado da medição. Parece coisa simples, mas não é. Em primeiro lugar, ao realizar-se uma medição, é impossível determinar um valor verdadeiro para a grandeza medida. Ao medir a massa de um corpo em uma balança eletrônica e a indicação numérica que apareceu no visor foi 251g. Na verdade, um possível valor verdadeiro da massa daquele corpo estaria próximo da indicação obtida, embora este seja, por definição, indeterminável. Os parâmetros dessa aproximação são dados pela incerteza da medição. Se a medição destina-se a fins domésticos, não é necessário qualquer rigor ao expressar o resultado. Entretanto, quando se trata de medições com fins científicos e tecnológicos, será preciso deixar claro se o

SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL
GERÊNCIA DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO

resultado apresentado refere-se àquela indicação, ou ao resultado corrigido, ou ainda à média de várias medições. Deve-se conter ainda, informações sobre a incerteza de medição, ser expresso utilizando-se o nome e a simbologia da grandeza de forma correta e levar em consideração os algarismos significativos que compõem o valor numérico.

Disponível em: educacaoprofissional.seduc.ce.gov.br/images/material_didatico/moveis/moveis_metrologia.pdf.
Acesso em 24 de março de 2023.

Instrumentos de medição

São dispositivos utilizados com objetivo de medir com maior precisão grandezas como comprimento, área, volume, temperatura, massa entre outras. Em impressões 3D, os instrumentos de medição são fundamentais para garantir, precisão, conexões, adaptações e funcionalidade aos objetos.

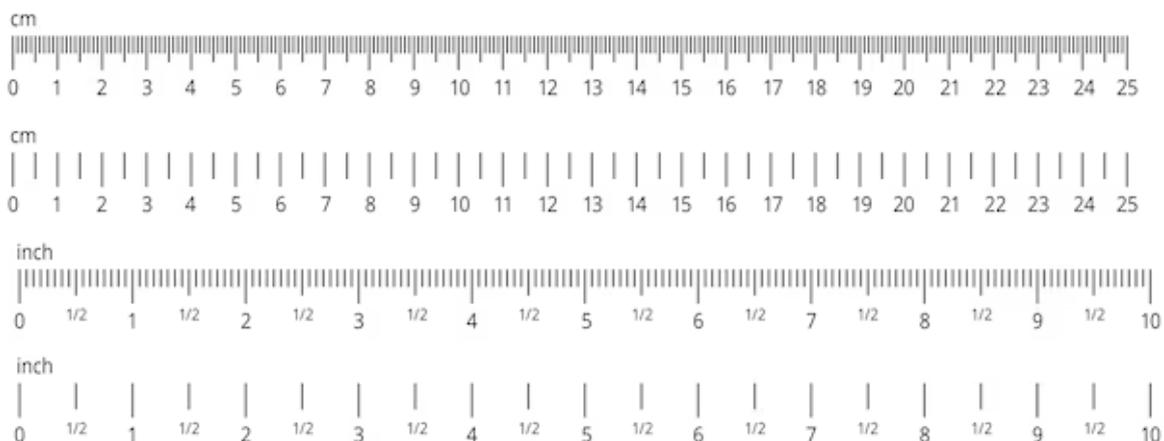
Dessa maneira, as ferramentas de medição podem ser das mais simples como régua, trenas, para estimar medidas de folhas, paredes, ou mais intrínseca, com objetivo de verificar e ratificar medidas menores e mais precisas como de componentes tecnológicos ou de laboratórios. Logo, esses instrumentos que são de fácil acesso, podem ser utilizados na sala de aula para promover uma aprendizagem mais significativa.

Alguns instrumentos de medição de comprimento:

- **Réguas**

Instrumento mais simples e sua escala é expressa em milímetros, centímetros e polegadas.

SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL
GERÊNCIA DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO



Disponível em:

<https://pt.dreamstime.com/r%C3%A9guas-da-polegada-e-m%C3%A9trica-cent%C3%ADmetros-polegadas-de-escala-medi%C3%A7%C3%A3o-medida-precis%C3%A3o-ferramentas-r%C3%A9gua-vetor-isolado-image122492021>. Acesso em 28 de março de 2023.

- **Trenas**

Utilizada para aferir comprimentos maiores em metros, mas apresentam escalas em milímetros e centímetros também.



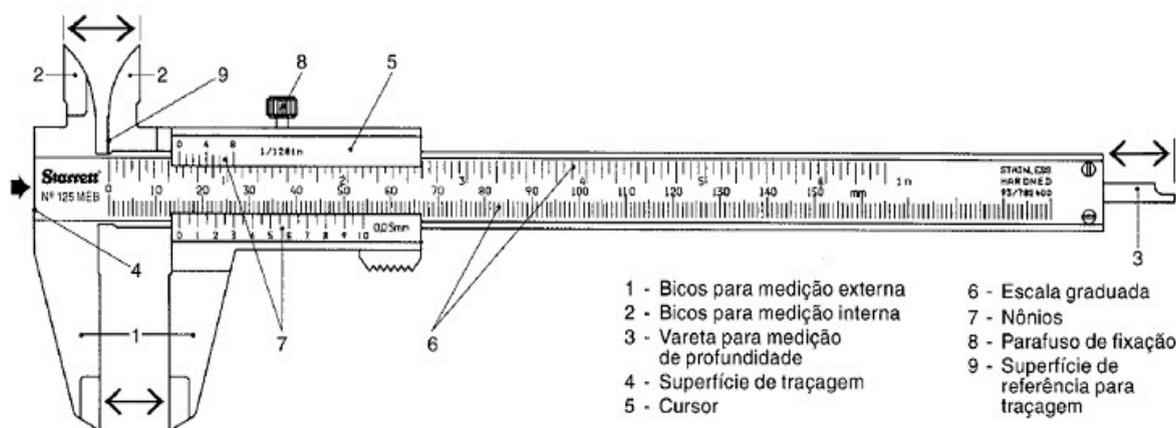
Disponível em:

<https://imagens.usp.br/editorias/arquitetura-categorias/trena/attachment/03082012trenafotomarcossantos005/>. Acesso em 28 de março de 2023.

SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL
GERÊNCIA DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO

● **Paquímetros**

Instrumento de precisão, utilizado para medir dimensões lineares internas, externas e de profundidade em função de sua estrutura composta de bicos internos e externos e superfície de traçagem.



Disponível em: <https://aprendendoelettrica.com/como-usar-um-paquimetro/>. Acesso em 28 de março de 2023

Orientações para realização de atividades

É importante que o professor considere que a Unidade Curricular *Produção Experimental*, tenha como desafio estimular o olhar crítico, argumentativo, mediador e interventor de estudantes do Ensino Médio sobre questões do cotidiano com a possibilidade de planejar, experimentar e construir protótipos com uso da tecnologia digital de modo a difundir soluções criativas e inovadoras para situações de incômodo em seu meio. Sendo assim, a etapa inicial da construção do conhecimento da Unidade Curricular *Produção Experimental*, tem como viés a ferramenta da metrificação a fim de dar apoio ao posterior processo de fabricação de peças e protótipos. O docente pode propor atividades de campo, em que os estudantes meçam, por exemplo, distâncias entre residências e/ou postes com uso de trena, comprimentos menores com uso da régua e dimensões de pequenas peças como parafusos, porcas e tubos, medidas internas e

SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL
GERÊNCIA DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO

externas utilizando paquímetros a fim de familiarizar-se com os instrumentos, aplicando de forma prática seus conhecimentos sobre transformações de unidades, algarismos significativos e precisão de medidas.

Orientações para a Avaliação

A avaliação é fundamental no processo de ensino e aprendizagem, assim, sugerimos ao professor, nesta fase do trabalho, promover debates com os estudantes a fim de que cada um, comunique suas impressões e experiências sobre as atividades propostas, suas percepções e compreensão em relação ao uso do instrumento que melhor atenda às características do objeto a ser medido com a garantia de resultados mais precisos. Sendo toda a avaliação processual, o professor deve analisar a participação dos estudantes, suas falas, registros e relevância das informações.

Como também, avaliar se os estudantes conseguiram aplicar os conhecimentos matemáticos nas atividades propostas.

3. Cultura Maker

Reunião de procedimentos e dispositivos que possibilitam ao indivíduo a construção de seus próprios produtos, além de proporcionar a solução de problemas do cotidiano de forma autônoma e criativa. O movimento Cultura Maker é um desenvolvimento do “Do it yourself”, ou seja, “Faça você mesmo”.

Dessa maneira, a intenção fundamental da Cultura Maker é promover uma sociedade mais independente, criativa e pró-ativa, em que o cidadão seja capaz de pensar e produzir objetos de consumo que atendam ao individual e ao coletivo, de maneira a colaborar, compartilhar e socializar conhecimentos e práticas.

SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL
GERÊNCIA DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO

Pilares da Cultura Maker

- Criatividade: tudo é possível ser criado, inventado, transformado, modificado.
- Colaboração: o trabalho deve ocorrer em grupo, presencial ou virtual. A capacidade de troca é a grande ferramenta a ser utilizada.
- Sustentabilidade: toda solução deve ter o olhar para as questões sustentáveis e ambientais.
- Escalabilidade: o que se produz deve ser possível fazer de modo escalonado.

Disponível

em:

<https://udaytonp.com.br/o-trabalho-com-projetos-no-ensino-medio-cultura-maker-e-a-educacao/>

Acesso em: 10 de abril de 2023.

Sendo assim, o movimento maker vem favorecendo a educação, aproximando o estudante de projetos com objetivo de associar conceitos vivenciados em sala de aula com construções de caráter tecnológico, estimulando o protagonismo da aprendizagem e, sobretudo, o aprender a fazer.

É importante pensar como se dará o processo de aprendizagem e em que espaço ocorrerá a produção do conhecimento. Nesse sentido, Rossi, Santos e Oliveira (2019) corroboram essa premissa ao afirmar que:

Dentro do movimento Maker, é comum definir ambientes propícios ao desenvolvimento dos projetos, este ambiente é conhecido como “espaços Maker” nele diferentes profissionais em processo de aprendizagem se tornam “aprendizes”, que têm total liberdade para exercer sua criatividade de forma segura e assistida, com o auxílio de facilitadores técnicos e/ou tecnologia no desenvolvimento do trabalho criativo (ROSSI; SANTOS; OLIVEIRA, 2019, p. 02).

O Espaço Maker deve ser um ambiente que favoreça a aprendizagem e as trocas de experiências. Logo, o laboratório de Robótica Educacional é um exemplo de espaço Maker, os kits estão disponíveis nas escolas da rede estadual de Pernambuco, outros exemplos de espaços podem ser hortas, cozinha, ateliês e oficinas.

Passos para criação de um projeto maker

Introdução: esta é a hora do brainstorming. Qual será minha ideia? O que desejo fazer? Liste várias possibilidades. Vamos testar?

Experimentação: hora de organizar meu plano e colocar “pra andar”. Quais ideias escolher ou qual ideia? Como fazer isso? Qual problema quero resolver? Não faço a menor ideia do que fazer, quem me ajuda?

Prototipagem: momento de fazer e criar. Hora de administrar recursos, falhas, problemas, situações que possam surgir, rever cronograma, planejar passos, fazer escolhas.

Integrando o feedback: hora de compartilhar nossos trabalhos, impressões, os processos criativos pelos quais passamos.

Disponível em:

<https://udaytonp.com.br/o-trabalho-com-projetos-no-ensino-medio-cultura-maker-e-a-educacao/>

Acesso em 10 de abril de 2023

Orientações para realização de atividades

O protagonismo da aprendizagem, especialmente o esboçar, produzir, transformar e modificar protótipos, propicia significado ao conhecimento e favorece o crescimento intelectual dos estudantes. Sendo assim, os professores podem propor a elaboração de croquis e, posteriormente, construção de artefatos que devem ser criados e montados com ajuda de softwares ou de objetos físicos como: papelão, pvc e cola, por exemplo, a depender da finalidade a que se destine. Assim, o estudante pode ser direcionado a realizar pesquisas de campo com objetivo de visualizar as necessidades de seu ambiente/comunidade e pensar em soluções criativas para minimizar, resolver problemas ou possibilitar ações positivas em espaços coletivos.

Professor/a, seguem algumas ideias de atividades que podem ser orientadas e vivenciadas com os estudantes. Essas atividades estimularão a criatividade, o pensamento

SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL
GERÊNCIA DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO

crítico, o trabalho em equipe e o desenvolvimento de habilidades técnicas e tecnológicas, enquanto os alunos se divertem e aprendem na prática, a seguir algumas sugestões:

1. Desenho e impressão 3D: Apresentar aos alunos o desenho assistido por computador (CAD) e permitir que criem seus próprios modelos para impressão posterior em uma impressora 3D.

2. Robótica educacional: Organizar oficinas nas quais os alunos possam montar robôs educacionais e aprender a programá-los para realizar diferentes tarefas, tais como: fazer faxina como um aspirador, fazer deslocamentos em um percurso com obstáculo, transportar objetos entre os cômodos, entre outras.

3. Feira Maker: Promover uma feira onde os alunos possam mostrar seus projetos criativos e tecnológicos desenvolvidos durante o ano.

4. Arduino e Eletrônica: Ensine os alunos a programar placas Arduino e criar projetos eletrônicos simples, como sensores e luzes interativas;

5. Maker Science Lab: Aqui os alunos podem realizar experimentos científicos criativos usando tecnologias de fabricação (computação em nuvem, impressão 3D, entre outros) e materiais recicláveis (como garrafa pet, lata de alumínio, tampinha de garrafa, mídia de CD/DVD, canudo de suco, clip de metal, etc).

6. Concurso de Design e Prototipagem: Organize um concurso no qual os alunos possam projetar e prototipar soluções inovadoras para problemas locais ou globais. Por exemplo, como fazer melhorias no bebedouro de uma escola ou de um parque localizado no bairro ou comunidade; como otimizar a interação entre estudante surdo, professor intérprete e o professor de um determinado componente curricular para a aprendizagem de conceitos específicos;

7. Reciclagem criativa: Promova a criatividade e a consciência ambiental criando projetos artísticos e funcionais a partir de materiais reciclados. Para isso, sugere-se a produção de peças de natureza artística a partir da transformação de resíduos como papel, papelão, madeira, vidro, plásticos, metais ou borracha em obras de arte.

8. Projeto e Construção de Móveis: Ensinar técnicas básicas de carpintaria e permitir que os alunos projetem e construam seus próprios móveis. Uma possibilidade é explorar as técnicas essenciais tais como: aprender a medir e marcar corretamente as peças de madeira; conhecer as diferentes serras e suas utilizações; dominar a técnica de corte reto e em ângulo; saber como fazer furos precisos com brocas e furadeiras; aprender a lixar e polir a madeira para um acabamento perfeito; conhecer as técnicas de encaixe de peças, como o encaixe de espiga e mortise e tenon; domine a técnica de colagem de madeira para união de peças.

Visite:

<https://blogdecoracao.biz/principais-tecnicas-de-carpintaria-para-iniciantes/>

9. Programação de jogos: Apresente aos alunos a programação e desenvolvimento de jogos e permita que eles produzam a partir do conhecimento adquirido seus próprios jogos.

10. Criação de arte interativa: Explore a interseção entre arte e tecnologia, permitindo que os alunos criem instalações interativas ou experiências multimídia. Essa exploração poderia ser feita propondo aos estudantes fazer uma pesquisa sobre os aspectos tecnológicos nas mais variadas produções artísticas que vão desde o uso do vídeo até a impressão de painéis de grande dimensão. Pode-se também sugerir que acessem alguns exemplos de imagens geradas pelo programa Google Deep Dream; analisar outros exemplos de intersecção entre arte e tecnologia nos artigos “Desviar de programas: Vilém Flusser nas fronteiras entre arte, tecnologia e política” (2017), conferir no link - <https://pt.scribd.com/document/393311987/Desviar-de-Programas-Vilem-Flusser-Nas-Fronteiras-Entre-Arte-Tecnologia-e-Politica#>, bem como “Estátuas de Dédalo: um ensaio sobre arte, androides e ilusão” (2018), conferir no link - https://ebooks.marilia.unesp.br/index.php/lab_editorial/catalog/book/119



Para saber mais:

<https://journals.openedition.org/revestudsoc/22781>

<https://www.scielo.br/j/ars/a/6rqMFX4CBNdMWFj9Fqj6GKt/?format=pdf&lang=pt>

<https://www.iberdrola.com/cultural/arte-reciclave>

<https://blogdecoracao.biz/principais-tecnicas-de-carpintaria-para-iniciantes/>

<https://suadecoracao.com/principais-tecnicas-de-carpintaria-para-iniciantes-2/>

<https://dialogando.com.br/sustentabilidade/arte-sustentavel-conheca-obras-incriveis-feitas-com-materiais-recicladados/>

Orientações para a Avaliação

A avaliação é fundamental no processo de ensino e aprendizagem e deve ser realizada sistematicamente. É importante que o estudante tenha clareza em relação às variáveis que serão avaliadas desde o início do processo. É fundamental a promoção de situações em que os estudantes socializem seus modelos de pesquisas, esboços e protótipos a fim de solucionar problemas. Sendo toda a avaliação processual, o professor deve analisar a participação dos estudantes, seu empenho, falas, produções e relevância das informações.

4. Impressora 3D

A impressão 3D também é chamada de prototipagem rápida. A princípio foi desenvolvida para imprimir lâmpadas com objetivo de solidificar resinas e peças de plástico. Posteriormente, foram desenvolvidas máquinas qualificadas com objetivo de modelar peças de diversos formatos.

SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL
GERÊNCIA DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO

A impressão 3D é polivalente e se compatibiliza em diversas demandas, ou seja, é possível produzir, por exemplo, peças para reposição de máquinas, construção civil, medicina e arte. Os filamentos mais utilizados para a produção de artefatos em impressoras 3D são PLA e ABS.

Seguem alguns exemplos de aplicações em situações do mundo real com uso da impressão 3D:

Startup americana constrói casas com impressora 3D em sete dias

Apenas o primeiro andar é feito com a impressora 3D



Disponível em: <https://exame.com/casual/conheca-o-projeto-da-primeira-escola-imprensa-em-3d-do-mundo/>

Pesquisadores desenvolvem tecnologia para produzir comida por impressão 3D

O método consiste na aplicação de uma descarga elétrica no oxigênio para produzir ozônio

SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL
GERÊNCIA DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO



Disponível em:

<https://exame.com/ciencia/pesquisadores-desenvolvem-tecnologia-para-produzir-comida-por-impressao-3d/>

Professor, compartilhe materiais como esses acima, para que os estudantes observem os avanços da impressão 3D em diversas áreas, a exemplo da construção civil e da produção de alimentos. Em seguida, sugerimos promover momentos de discussão acerca de quais os impactos positivos e negativos que podem ser gerados por essa tecnologia no cotidiano das pessoas e nas práticas sociais..

Você já imaginou o que é possível fazer com uma impressora 3D?

Professor, para entender melhor esse tema, acesse o link a seguir:



<https://thorusengenharia.com.br/impressora-3d-na-construcao-civil/>

Orientações para realização de atividades

SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL
GERÊNCIA DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO

Professor, seguem algumas sugestões de atividades que poderão ser vivenciadas pelos estudantes, sob a sua condução. São possibilidades que permitem compreender melhor na prática o uso e aplicações da impressora 3D em diversas situações do cotidiano. Como atividade introdutória, pode-se solicitar aos estudantes que pesquisem sobre a história e a evolução da impressão 3D. Em seguida, solicitar que expliquem os diferentes tipos de impressora 3D e suas aplicações. Nesse caso, apresente os conceitos básicos de modelagem 3D usando softwares como **Tinkercad** ou **SketchUp**, por exemplo. Peça aos estudantes para criarem um modelo simples, como um cubo personalizado.



Para saber mais!

SketchUp - É um software próprio para a criação de modelos em 3D no computador. Foi originalmente desenvolvido pela At Last Software. O SketchUp está disponível em duas versões: a versão profissional, Pro, e a versão gratuita.

Tinkercad - Tinkercad é um programa de modelagem tridimensional online gratuito que roda em um navegador da web, conhecido por sua simplicidade e facilidade de uso.

Outra ideia é solicitar aos alunos que projetem e imprimam peças simples, como um suporte para celular ou um chaveiro personalizado. Também há a possibilidade de desafiar os estudantes a criarem protótipos funcionais para resolver problemas do cotidiano, como um organizador de materiais ou um suporte para lápis. Busque incentivar a criatividade dos alunos pedindo para produzirem esculturas ou objetos artísticos usando a impressora 3D. Para ampliar o repertório de atividades, organize a turma em grupos e desafie-os a criar projetos de engenharia, como uma miniatura de ponte resistente ou um carro movido a energia solar. É fundamental também estimular a reflexão e discussão com os estudantes sobre o papel da impressão 3D na redução do desperdício e na criação

SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL
GERÊNCIA DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO

de produtos mais sustentáveis, articulando e explorando temas transversais e integradores, a exemplo da Educação Ambiental.



Lembrete:

É importante **orientar** os estudantes sobre as práticas de segurança ao lidar com a impressora 3D e supervisionar suas atividades para garantir uma aprendizagem segura e eficiente.

Professor, pode-se, ainda, propor atividades que combinam a matemática com a experiência prática da impressão 3D, o que pode estimular o interesse dos estudantes e aprofundar a compreensão dos conceitos matemáticos através da visualização e manipulação de objetos tridimensionais tais como: a) **Criação de modelos geométricos** - Solicite aos alunos para projetarem e imprimirem sólidos geométricos, como cubos, prismas, pirâmides e esferas, com o objetivo de explorar suas características e propriedades; b) **Construção de poliedros** - Desafie os estudantes a criarem poliedros complexos, como dodecaedros ou icosaedros, e discutir suas propriedades e simetrias; c) **Relações trigonométricas** - Peça aos alunos para criarem modelos 3D de triângulos retângulos e explorem as relações trigonométricas, como seno, cosseno e tangente, através da medição das dimensões dos triângulos impressos; d) **Superfícies e curvas** - Introduza o conceito de superfícies paramétricas e curvas em três dimensões, e peça aos alunos para criar e imprimir alguns exemplos; e) **Visualização de funções** - Use a impressora 3D para criar gráficos em três dimensões de funções matemáticas, como parabolóides ou superfícies de revolução; f) **Sólidos de revolução** - Peça aos alunos para projetarem sólidos de revolução, como vasos ou copos, e explorem a relação entre a área da seção transversal e o volume do sólido; g) **Quebra-cabeças e enigmas matemáticos** - Desenvolva enigmas ou quebra-cabeças matemáticos que envolvam a

SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL
GERÊNCIA DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO

manipulação de modelos impressos em 3D, incentivando o raciocínio lógico e a resolução de problemas; h) **Modelagem de superfícies complexas** - Desafie os estudantes a criarem modelos tridimensionais de superfícies matemáticas complexas, como o toro ou a superfície de Möbius.

Algumas atividades combinam a resolução de problemas do cotidiano com a utilização da impressora 3D, proporcionando uma abordagem prática e interativa para o ensino da matemática. Além disso, estimulam a criatividade e o pensamento crítico dos estudantes ao enfrentarem desafios do mundo real.

Veja alguns exemplos:

1. Desenho de planta de casa: solicite aos estudantes para projetarem a planta de uma casa em 2D, considerando medidas reais e proporções. Em seguida, eles podem utilizar a impressora 3D para criar uma maquete em escala do projeto; **2. Escala de mapas:** Desafie os estudantes a escolherem uma região no mapa e calcular as proporções para representá-la em uma escala reduzida. Eles podem imprimir em 3D um relevo da região selecionada, permitindo uma melhor visualização; **3. Geometria e construção:** Solicite aos alunos que resolvam problemas de construção que envolvam medidas de ângulos, distâncias e proporções, e utilizem a impressora 3D para criar modelos que auxiliem na compreensão e visualização das soluções; **4. Construção de móveis e objetos personalizados:** os estudantes podem utilizar a impressora 3D para criar protótipos de móveis ou objetos personalizados, considerando questões de dimensões, encaixes e funcionalidade; **5. Problemas de volume e capacidade:** proporcione aos alunos problemas que envolvam cálculos de volume, como determinar a quantidade de água que cabe em um reservatório com formato complexo. Eles podem imprimir em 3D modelos dos reservatórios para testar suas soluções; **6. Construção de calendários perpétuos:** Desafie os estudantes a criar calendários perpétuos em 3D, que apresentem corretamente a disposição dos dias da semana para

SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL
GERÊNCIA DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO

qualquer ano; **7. Puzzles matemáticos 3D:** peça aos alunos para projetarem e imprimirem quebra-cabeças 3D que envolvam conceitos matemáticos, como padrões de cores, encaixes precisos e combinações geométricas; **8. Modelagem de superfícies de funções** - Utilize a impressora 3D para criar modelos de superfícies de funções matemáticas, permitindo que os estudantes explorem visualmente os conceitos de cálculo e análise matemática.

Professor, além dessas sugestões anteriores, pode-se também planejar e vivenciar uma atividade complementar, cujo foco é projetar, construir e testar protótipos de uma ponte, conforme a sequência: **1.** Os alunos podem trabalhar em equipes para projetar e construir pontes usando suas peças de conexão impressas em 3D; **2.** Faça com que seus alunos comecem esboçando suas ideias em papel quadriculado. Eles podem rotular seus esboços para indicar os materiais que planejam usar para cada elemento da ponte.; **3.** Certifique-se de que os alunos saibam quais critérios serão usados para testar e avaliar seus projetos de pontes. Algumas opções são tamanho, peso da ponte, uso de material, peso que a ponte pode suportar e estética; **4.** Por fim, peça aos alunos que testem suas pontes de acordo com os critérios de julgamento; **5.** Se houver tempo, peça aos alunos que melhorem seus projetos de pontes em uma segunda rodada, para ver se eles podem aumentar suas notas de avaliação; **6.** Os estudantes interessados podem avançar explorando dobradiças e mecanismos de impressão no local para criar uma ponte levadiça ou criando peças impressas em 3D extras para reforçar ou decorar suas pontes.



Vamos explorar?

Criação de estruturas recicladas com conectores impressos em 3D

SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL
GERÊNCIA DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO

- **Tempo previsto da atividade:** 1 a 2 semanas (provavelmente mais se desejar incluir a atividade de extensão).
- **Formação de Grupos de 4 estudantes.**
- **Cada grupo projeta, imprime e testa 1 ponte.**
- **Para se preparar para esta atividade, você precisará dos seguintes materiais:**
 - Computadores com o 123D Design baixado e instalado
 - Tiras de madeira balsa (1/8 X 1/8 pol) ou algo semelhante (palitos de dente ou palitos de picolé também podem funcionar)
 - Cola de madeira
 - Papel milimetrado
 - Pesos (conjunto de pesos de latão, tijolos etc.)

1. Use conectores impressos em 3D para criar novas estruturas a partir de materiais reciclados ou encontrados.

2. Encontre materiais para construção, como cavilhas, restos de materiais de arte, rolos de papel toalha e itens da lixeira – o que você tiver à mão. Tente encontrar objetos que você tenha muitos ou que tenham tipos semelhantes de extremidades ou áreas para conexão.

3. Peça aos alunos que pensem no que podem fazer com os materiais encontrados. Por exemplo: Uma Torre Eiffel? Um arranha-céu? Uma nave espacial? Diferentes materiais de construção serão adequados para diferentes tipos de estruturas, então pense sobre o que cada material poderia ser melhor usado para construir.

4. Faça com que os alunos usem o Projeto 123D para construir conectores para anexar e montar os objetos em novas estruturas. Levante a seguinte questão: Que tipos de conectores são necessários para os tipos de objetos que você encontrou?

Links de acesso:

<https://sites.google.com/a/fz.k12.mo.us/8th-grade-career-and-technology-education/engineering-bridges>

http://www.sciencebuddies.org/science-fairprojects/project_ideas/CE_p011.shtml

Professor, a atividade proposta a seguir concentra-se no design de peças de conexão impressas em 3D para a construção de uma ponte de madeira balsa.

PROJETO: CONSTRUÇÃO DE PONTE

Neste projeto, você e seus alunos poderão usar um programa gratuito chamado 123D Design. Para baixar o 123D Design, visite o link: <http://www.123dapp.com/design>

Mas, o que é o 123D Design? É uma ferramenta de modelagem sólida que usa formas e esboços básicos para construir objetos. É útil para qualquer projeto que exija dimensões específicas e/ou várias peças interligadas. As seções a seguir descrevem como você pode incorporar o 123D Design em engenharia, física e especificamente em unidades de construção de pontes. É possível aprender como projetar conectores impressos em 3D que podem ser usados para montar uma estrutura de ponte. Também explorar como a impressão 3D pode afetar a resistência estrutural e a integridade de seus modelos.

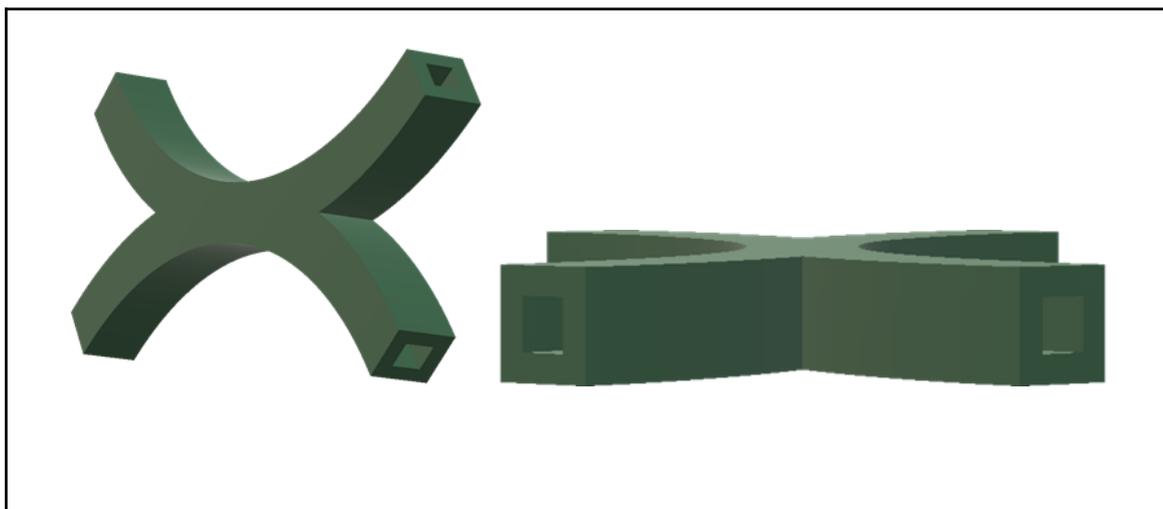
Vale ressaltar, que existem outras ferramentas gratuitas para realização de atividades em 3D. Fica à critério do professor a escolha daquela que lhe parece mais prática, fácil de manipular e propor aplicações em sala de aula.

SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL
GERÊNCIA DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO

Nesta proposta de atividade, os estudantes terão a oportunidade de projetar e construir um modelo em escala de uma ponte usando apenas madeira balsa, conectores impressos em 3D e cola. Para vivenciar a atividade, sugere-se os seguintes momentos:

- **Investigar:** Nesse momento do projeto, os alunos pesquisarão vários projetos de pontes e começarão a fazer um brainstorming (tempestade de ideias).
- **Explorar e Criar** - Em seguida, eles aprenderão como usar a ferramenta 123D Design para modelar diferentes tipos de conectores para sua ponte.
- **Testar:** Por fim, eles montarão e testarão a integridade estrutural de uma ponte.

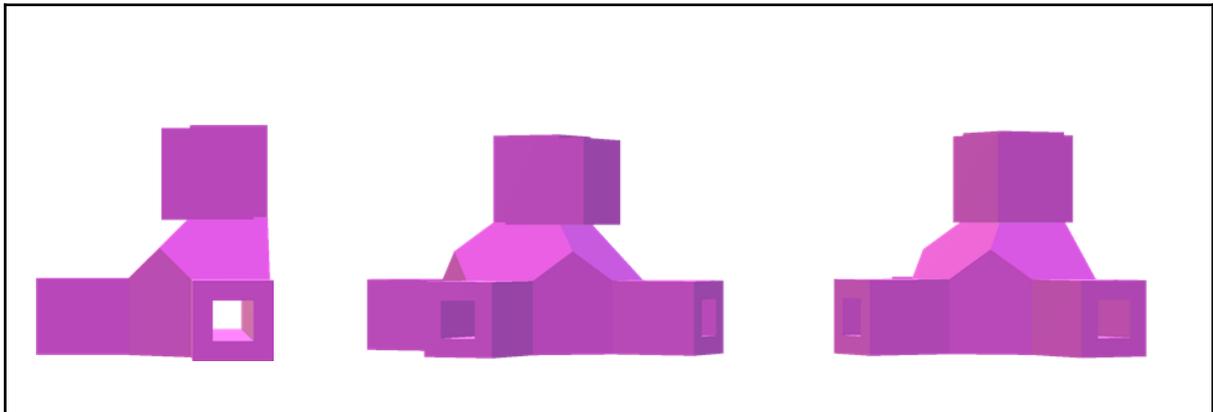
Imagem 1



Fonte: imagem gerada através da ferramenta

Imagem 2

SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL
GERÊNCIA DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO



Fonte: imagem gerada através da ferramenta

Nas imagens 1 e 2, temos dois tipos de conectores gerados e coloridos na ferramenta 123D Design, em diversas posições.

Objetivos: Por meio desta atividade, espera-se que os estudantes alcancem o seguintes objetivos: - Compreender as estruturas das pontes; - Identificar as semelhanças e diferenças entre vários projetos de pontes; - Definir treliças e sua importância; - Explorar como diferentes formas geométricas lidam com a força; - Considerar a economia de construir objetos com limitações de material e preço.

Etapa 1: Introdução

As pontes têm sido usadas há muito tempo para permitir o transporte em áreas geográficas difíceis. A construção de pontes envolve muita engenharia muito precisa porque a estrutura precisa ser capaz de suportar peso, uso pesado e impactos ambientais. Nesta seção, os alunos pesquisarão diferentes tipos de pontes para descobrir os pontos fortes e fracos de cada um, além de explorar como o projeto de pontes evoluiu ao longo do tempo. Desse modo: 1- Solicite que seus alunos pesquisem as pontes existentes em uso hoje; que a turma explore os seguintes tipos de pontes: ponte em arco, ponte em

SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL
GERÊNCIA DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO

viga, ponte em treliça e ponte suspensa. Peça que expliquem os pontos fortes e fracos de cada uma. 2- Encontre uma estrutura que não seja uma ponte que incorpore designs semelhantes a uma (ou mais) das pontes que sua turma pesquisou. Por exemplo, a Torre Eiffel em Paris, França. 3- Uma vez que os alunos tenham pesquisado e comparado projetos de pontes, peça-lhes que pesquisem sobre a Tacoma Narrows Bridge para ver um exemplo de projeto de ponte que deu errado; 4- Antes de mergulhar na seção Criar, apresente a seguinte situação aos seus alunos:

- Você foi contratado como um engenheiro civil recém-formado para criar uma ponte de última geração para sua comunidade. Com a ajuda da impressão 3D e seu conhecimento de design 123D e construção de pontes, você usará madeira balsa e peças de conexão impressas em 3D para construir um modelo em escala da ponte e testá-lo para descobrir quanto peso ele pode suportar.

Etapa 2: Modelagem de vigas de teste de resistência

Sugestão: Ver o vídeo no link abaixo e baixar 123D_design_project.pdf dos Arquivos:
<https://www.thingiverse.com/thing:887229#Rubric%20and%20Assessment>

Quando os engenheiros projetam grandes estruturas como pontes, eles precisam determinar o tamanho, forma, e materiais a utilizar na construção. Eles conseguem isso pesquisando, testando e analisando muitas peças diferentes até encontrar a combinação certa de força e peso.

Etapa 3: Projete um Conector de quatro pontos.

Sugestão: ver o vídeo através do link informado anteriormente e baixar 123d Design Project.pdf dos arquivos (Thing Files)

SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL
GERÊNCIA DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO

Ao construir um grande projeto, é comum montar a estrutura de uma variedade de materiais diferentes. Usando o poder da impressão 3D, podemos criar conectores personalizados para experimentar novos e interessantes projetos de pontes. A madeira de balsa fornecerá a estrutura principal e os componentes impressos em 3D permitirão uma personalização exclusiva. Ao final desta seção, você terá criado e impresso um conector de ponte simples de quatro pontos, que poderá modificar posteriormente para atender aos seus critérios de projeto. Em seguida, oriente para os seguintes procedimentos: meça os componentes da ponte; use primitivos para construir seu conector; extrude no bloco para criar um furo; adicione um terceiro ponto de conexão; adicione um quarto ponto de conexão; adicione força usando a ferramenta chanfro; Salve, exporte e teste seu conector de quatro pontos.

Etapa 4: Projete um conector hexagonal

Sugestão: Veja o vídeo através do link indicado antes (na etapa 2) e baixe 123D_design_project.pdf dos Arquivos.

Etapa 5: Projete um conector de arco.

Sugestão: Ver o vídeo sugerido na plataforma e baixar a ferramenta 123D_design_project.pdf dos Arquivos.

Etapa 6: Projete conectores adicionais

Sugestão: Veja o vídeo disponível no link e faça o download 123D_design_project.pdf dos Arquivos.

1. Imagine novos tipos de conectores que o ajudarão a projetar sua ponte e use seu conhecimento de Design 123D para alcançá-los.

Professor, experimente as ferramentas sugeridas e veja que outros tipos de conectores você pode fazer. Lembre-se de imprimir peças de amostra para testar o encaixe de sua madeira balsa antes de imprimir grandes quantidades de conectores.

SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL
GERÊNCIA DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO

Durante o processo de experimentação, alguns questionamentos poderão ser feitos para verificar o nível de conhecimento dos estudantes. Por exemplo:

- Quais são os diferentes tipos de estruturas de pontes?
- Quais são os seus pontos fortes e fracos?
- Como a forma de uma ponte determina a quantidade de força que ela pode suportar?
- Quais formas geométricas são comumente usadas no projeto de pontes?
- Como a orientação e as configurações de impressão afetam a resistência das peças impressas?
- Quais considerações são importantes ao projetar peças que se encaixam?
- Quais são as duas maneiras diferentes de criar um objeto 3D no 123D Design?

Orientações para a Avaliação

Professor, em se tratando do processo avaliativo, nesta etapa do desenvolvimento da unidade curricular, pode-se aproveitar a proposta do **Projeto Construção de Pontes**, na qual os estudantes serão conduzidos a projetar e construir um modelo em escala de uma ponte (**ver atividade**).

É importante destacar que é relevante e pertinente vivenciar a atividade em vários momentos, ao mesmo tempo que é possível fazer uma avaliação processual e formativa, utilizando-se de instrumento de rubrica, observando alguns critérios como participação ativa, curiosidade, trabalho em equipe, criatividade, iniciativa, questionamentos, senso crítico, etc. Ao longo do desenvolvimento das atividades propostas, pode-se fazer uma avaliação, seja formativa ou pontual. Por exemplo, na etapa inicial de investigação, pode-se realizar uma avaliação diagnóstica, através da qual serão levantados os conhecimentos prévios dos estudantes. Na etapa seguinte, durante a exploração e também criação, pode-se observar o comportamento, engajamento e criatividade dos estudantes. Para concluir, os estudantes poderão ser desafiados a fazer uma testagem do produto esperado, verificando o seu funcionamento, pois esta constitui uma

**SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL
GERÊNCIA DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO**

oportunidade para avaliar a aplicação dos conhecimentos construídos ao longo do percurso.

Além disso, há outras possibilidades avaliativas à escolha do professor, que poderão ser empregadas a exemplo de elaboração de portfólio, relatório de pesquisa realizada sobre o tema abordado, produção de maquetes e aplicativos, entre outros.

5. Referências bibliográficas

Adaptado da apostila do Curso técnico de móveis. Escola Estadual de Educação Profissional. Disponível em: educacaoprofissional.seduc.ce.gov.br/images/material_didatico/moveis/moveis_metrologia.pdf. Acesso em 24 de março de 2023.

ARAÚJO, Amilson. Cultura Maker e robótica educacional no ensino da Física: desenvolvendo um semáforo automatizado no ensino médio. 2021

CRUZ, Bruna Madeira Araújo & CRUZ, Renato Batista da. Práticas de metrologia. – Indaial: UNIASSELVI, 2019.

Como usar o paquímetro? Disponível em: <https://aprendendoeletrica.com/como-usar-um-paquimetro/>. Acesso em 28 de março de 2023.

O que é a cultura Maker e qual a importância dela na educação. Disponível em: <https://educadordofuturo.com.br/educacao/cultura-maker/> Acesso em: 10 de abril de 2023

O trabalho com projetos no Ensino Médio: Cultura Maker e a Educação. Disponível em: <https://udaytonp.com.br/o-trabalho-com-projetos-no-ensino-medio-cultura-maker-e-a-educacao/> Acesso em: 10 de abril de 2023

PERNAMBUCO, **Currículo de Pernambuco Ensino Médio 2021**. Secretaria de Educação, 2021.

Trena. Fotos e imagens da Universidade de São Paulo. Disponível em: https://imagens.usp.br/editorias/arquitetura-categorias/trena/attachment/03082012trena_fotomarcossantos005/. Acesso em 28 de março de 2023.

Réguas da polegada e da métrica Centímetros e polegadas de escala de medição. Disponível em:

SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL
GERÊNCIA DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO

<https://pt.dreamstime.com/r%C3%A9guas-da-polegada-e-m%C3%A9trica-cent%C3%ADmetros-polegadas-de-escala-medi%C3%A7%C3%A3o-medida-precis%C3%A3o-ferramentas-r%C3%A9gua-vetor-isolado-image122492021>. Acesso em 28 de março de 2023.

ROSSI, Bruno Fonseca; SANTOS, Érica Marques da Silva; OLIVEIRA, Luciane da Silva. A Cultura Maker e o Ensino de Matemática e Física. Anais do Encontro Virtual de Documentação em Software Livre e Congresso Internacional de Linguagem e Tecnologia Online, [S.l.], v. 8, n. 1, dez. 2019. ISSN 2317-0239. Disponível em: . Acesso em: 01 maio 2020.