



MUSEU DA TERMODINÂMICA: UM MUSEU NA NOSSA ESCOLA

- Conexão com: Ciências, Arte e História.
- Líder do desenvolvimento do projeto: professor de Ciências.

A proposta do projeto integrador é unir as disciplinas de maneira colaborativa para a criação de um museu que mostrará a evolução histórica das máquinas térmicas, caracterizando as mudanças sociais e ambientais oriundas de sua implementação ao longo do tempo.

JUSTIFICATIVA

A criação das máquinas térmicas, no século XVIII, transformou a economia, a cultura e a sociedade, de maneira unívoca, consolidando a termodinâmica como um dos alicerces da revolução industrial.

Apesar da evolução crescente dessas máquinas ao longo dos séculos e dos benefícios que elas trouxeram a diversos setores da sociedade, faz-se necessário um estudo dos impactos que seu uso indiscriminado trouxe ao meio ambiente.

A escolha por apresentar esse tema na forma de um museu surgiu pelo conhecimento do resultado de pesquisas do Instituto Brasileiro de Museus (Ibram) que informa que a grande maioria da população brasileira não frequenta museus, sendo que aproximadamente metade da população diz não frequentá-los por falta de tempo. Acreditamos que, fazendo os alunos vivenciarem a construção de um museu em que apresentarão o tema discutido no bimestre, possivelmente, despertará empatia por esse tipo de visita.

OBJETIVOS

- Conhecer a história da termodinâmica.
- Conhecer as máquinas térmicas quanto ao seu funcionamento, design, época, vantagens e desvantagens.
- Reconhecer problemas ambientais oriundos das emissões de carbono e elaborar propostas.
- Compreender a importância de personagens históricos e sua contribuição para evolução da ciência e tecnologia.
- Compartilhar conhecimentos e divulgar as produções realizadas durante o projeto.
- Organizar-se, delegar e realizar tarefas, contribuindo com ideias e sugestões.

COMPETÊNCIAS E HABILIDADES

<p>Competências desenvolvidas</p>	<p>1. Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.</p> <p>2. Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.</p> <p>4. Utilizar diferentes linguagens – verbal (oral ou visual-motora, como Libras, e escrita), corporal, visual, sonora e digital –, bem como conhecimentos das linguagens artística, matemática e científica, para se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos e produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo.</p>
<p>Habilidades relacionadas*</p>	<p>Ciências</p> <p>(EF07CI05) Discutir o uso de diferentes tipos de combustível e máquinas térmicas ao longo do tempo, para avaliar avanços, questões econômicas e problemas socioambientais causados pela produção e uso desses materiais e máquinas.</p> <p>Arte</p> <p>(EF69AR01) Pesquisar, apreciar e analisar formas distintas das artes visuais tradicionais e contemporâneas, em obras de artistas brasileiros e estrangeiros de diferentes épocas e em diferentes matrizes estéticas e culturais, de modo a ampliar a</p>

experiência com diferentes contextos e práticas artístico-visuais e cultivar a percepção, o imaginário, a capacidade de simbolizar e o repertório imagético.

(EF69AR02) Pesquisar e analisar diferentes estilos visuais, contextualizando-os no tempo e no espaço.

(EF69AR05) Experimentar e analisar diferentes formas de expressão artística (desenho, pintura, colagem, quadrinhos, dobradura, escultura, modelagem, instalação, vídeo, fotografia, performance etc.).

História

(EF08HI03) Analisar os impactos da Revolução Industrial na produção e circulação de povos, produtos e culturas.

* A ênfase nas habilidades aqui relacionadas varia de acordo com o tema e as atividades desenvolvidas no projeto.

O QUE SERÁ DESENVOLVIDO

Neste bimestre, será construído um museu, para contar a história da termodinâmica, com enfoque nas transformações sociais e ambientais advindas do uso das máquinas térmicas ao longo do tempo.

- Materiais
- Computador ou tablets com acesso à internet e projetor.
- Régua de madeira.
- Velas de aniversário.
- Bacias.
- Canudos de plástico com pontas flexíveis.
- Cola epóxi.
- Bandeja de isopor.
- Pistola de cola quente.
- Tesoura com pontas arredondadas.
- Latas de alumínio.
- Canos metálicos encurvados.
- Corrente ou fio metálico de 3 cm.
- Suporte de madeira.
- Vareta de alumínio de 50 cm.
- Seringa descartável sem agulha.

- Cola do tipo durepox.
- Lamparina.
- Panos.
- Palitos de madeira
- Caixas de papelão.
- Placas de isopor.
- Papéis coloridos.
- Cartolinas.
- Blocos de montar.
- Materiais recicláveis (garrafas PET, papéis, frascos plásticos, tampas de garrafa, etc).

ETAPAS DO PROJETO

Cronograma

- Tempo de produção do projeto: 7 semanas/2 aulas por semana.
- Número de aulas sugeridas para o desenvolvimento das propostas: 14.

Aula 1: Apresentação do projeto

Para iniciar o projeto, coloque a proposta na lousa.

Criação de um museu de Ciências, contando a história da termodinâmica. Esse espaço será percorrido pelos visitantes em ordem cronológica e cada setor terá características específicas, de modo que o visitante se sinta imerso nesse ambiente.

Antes de desenvolver o tema com os alunos, proponha questões para levantar a vivência deles a respeito de museus. A bagagem que eles trazem sobre museus é importante para o resultado final. É fundamental que eles se sintam inspirados e motivados a produzir um ambiente capaz de criar diferentes emoções aos visitantes.

Disponha os alunos em círculo e peça a eles que respondam algumas perguntas sobre esse tema. Caso prefira, leia as perguntas, enquanto eles registram as respostas. As perguntas, dentre muitas possíveis, podem ser:

- Quantos museus você já visitou?

- Qual deles você mais gostou?
- Qual a diferença entre ir ao museu ou ir ao teatro ou ao cinema?
- Sua família tem o costume de frequentar museus?
- O que você não gostou nos museus que frequentou?
- Você considera o museu um lugar para aprender ou apenas para passear, como entretenimento?
- Nos museus que você frequentou, havia monitores disponíveis?
- Você acredita que os monitores são fundamentais para um aproveitamento do museu?
- Você interagiu com os monitores? Eles se mostraram solícitos?
- Tente lembrar de pelo menos três atrações de um museu que você frequentou. O que você aprendeu com elas?
- Caso você nunca tenha ido a um museu, como acha que ele deve ser?

Após registrarem suas respostas, inicie um debate de modo a trocar experiências. Anote na lousa todos os museus citados pelos alunos. Se aparecerem muitos em comum, estabeleça uma espécie de ranking para perceber o tipo de museu que eles mais frequentam. Com relação à pergunta sobre o museu ser ou não um local de aprendizado, existem inúmeros artigos científicos que abordam o tema, e sugerimos ao professor que leia alguns, de modo a enriquecer a discussão com os alunos. O recorte abaixo serve de introdução ao tema e pode ser lido com os alunos.

As pesquisas sobre aprendizagem em museus: uma análise sob a ótica dos estudos da subjetividade na perspectiva histórico-cultural

[...] No que se refere à tendência da avaliação da aprendizagem em museus por meio da ótica escolar, os estudos de Fala e Dierking (1992) sugerem que há evidências indiretas de aprendizagem em museus, porém poucos demonstraram, efetivamente, o aprendizado de fatos e conceitos durante as visitas. Segundo os autores, uma manifestação desta confusão é a equivocada noção de que o aprendizado é, primariamente, a aquisição de novas ideias, fatos ou informações ao invés de ser considerado como uma consolidação lenta e gradual de ideias e informações preexistentes (FALK; ADELMAN, 2003; FALK; DIERCKING, 1992). Para os autores, fatores afetivos e psicomotores influenciam a qualidade da aprendizagem em museus que, no entanto, é predominantemente avaliada, apenas, pelos ganhos cognitivos.

Com efeito, de forma análoga a esse entendimento, outros autores reconhecem, também, a importância dos fatores afetivos na motivação, na concentração e na construção do conhecimento a partir da exposição (CSIKSZENTMIHALYI; HERMANSON, 1995; PORTO, 2008). Concluem, de forma geral, que a experiência vivenciada em um museu não deve ser considerada por sua e Cácia em transmitir grandes quantidades de informação, mas sim pelo seu potencial em gerar interesse e entusiasmo.

Partindo do enfoque do estudo sobre comunicação expositiva, Marandino (2003) sugere que o papel da mediação humana no museu deve ser dimensionado. “Museus não são escolas e mediadores não são professores”. A autora, mesmo reconhecendo o grande valor da mediação humana para a aprendizagem em museus, sugere que a comunicação expositiva deve atentar para não depender da mediação humana para sua compreensão. Para a autora, “encontrar a linguagem educativa e comunicativa que respeite as especificidades dos museus [...] é um dos grandes desafios” (MARANDINO, 2003, p. 119).

Costa et al. (2007) defendem que, por possuírem maior liberdade na seleção e organização de conteúdos e metodologias de ensino, museus ampliam as possibilidades para o desenvolvimento de um trabalho educativo interdisciplinar, historicizado e contextualizado. Justificam, assim, a parceria museu-escola na tentativa de subverter – como um dos meios da educação não formal – a lógica homogeneizante, reprodutivista e reificadora do conhecimento dominante no sistema escolar, que está sujeito ao Sistema Nacional de Ensino.

Almeida (1997) aponta, ainda, diferenças entre a educação museal e a educação escolar, na medida em que museus, como instituições ligadas à educação patrimonial, devem buscar, como forma essencial para o desenvolvimento da condição de cidadão, a permanente leitura crítica e criativa dos visitantes sobre as temáticas museais. Nesse sentido, para a autora, a educação de museus deve ir além da escola. [...]

ALMEIDA, P. MARTINEZ, A. M. Ciênc. Educ., Bauru, v. 20, n. 3, p. 721-737, 2014. As pesquisas sobre aprendizagem em museus: uma análise sob a ótica dos estudos da subjetividade na perspectiva histórico-cultural. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v20n3/1516-7313-ciedu-20-03-0721.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2018.

Realize leituras comentadas e explique os termos mais difíceis. Esse tipo de texto pode ser de difícil entendimento aos alunos. Abra espaço para que questionem sempre que não compreenderem algo.

Caso perceba que a maioria dos alunos não tenha frequentado museus nos últimos anos, ou que suas experiências não tenham sido proveitosas, tente encaixar, junto ao cronograma da escola, uma visita a um museu no município da escola ou de algum município vizinho. Caso encontre dificuldades, com relação ao cronograma ou a escola tenha outros passeios agendados no período, estimule os alunos a visitar museus acompanhados de seus familiares. Essa vivência trará muito aprendizado e contribuirá com ideias para a elaboração do produto final deste projeto.

Aula 2: Conhecendo o tema

Nesta aula, serão selecionados os assuntos que serão abordados e expostos no museu, além da definição do espaço físico a ser utilizado. Essa etapa pode ser realizada

com o professor de História, que poderá auxiliar no planejamento. Como exemplo, sugerimos que sejam produzidos quatro espaços, mas os alunos podem optar por outro tipo de organização.

Espaço de introdução ao tema (máquinas a vapor): a primeira parte contará com experimentos de baixo custo que mostram máquinas térmicas. A princípio esses experimentos serão dois: uma máquina a vapor construída com lata de alumínio e um barco a vapor, que se move por meio do aquecimento de uma vela em uma bacia com água. A ideia é introduzir o tema aos visitantes.

Espaço do contexto histórico: será contado um panorama histórico das máquinas a vapor, por meio de maquetes, que podem ser feitas de palitos, blocos de montar, estruturas de papel alumínio e painéis. Também é possível que alguns alunos estejam caracterizados como personagens históricos para contar parte da história, por meio de pequenas falas.

Espaço dos problemas ambientais: nesse espaço, será criado um ambiente mais acinzentado, com decoração que lembre poluição. Podem ser disponibilizados tablets que mostrem vídeos de fábricas e carros emitindo poluição. Nas paredes podem ser colocadas frases de efeito, como: “até quando”, “precisamos fazer algo”, “cuide do nosso planeta”, etc. Alguns alunos podem se caracterizar de ambientalistas e relatar alguns dados reais e previsões para os próximos anos.

Espaço das expectativas para o futuro: serão apresentadas imagens de protótipos de veículos que devem contrastar com os apresentados na introdução: veículos que utilizam energia alternativa e renovável. Os próprios alunos podem criar o design de carros que acreditam existir nos próximos anos. Os alunos responsáveis por essa etapa terão características de pesquisadores, cientistas e apresentarão um mundo mais sustentável.

Leia atentamente cada um dos itens com os alunos, incorporando sugestões e/ou modificações de acordo com as ideias deles. Organize a turma em quatro grupos, que ficarão responsáveis pelo desenvolvimento teórico de cada parte. Alerta-os que esse esquema é apenas para organização, mas que todos deverão aprender sobre todas as

partes da exposição. Defina junto a direção do colégio, quais espaços estão disponíveis para a criação do museu. Ao ser escolhido o espaço, verificar:

- Qual a metragem da sala?
- Quais as condições da sala?
- Existem janelas?
- A sala possui ar condicionado?
- A sala possui cortinas, ou trilhos para colocá-las?
- O piso está em bom estado?
- As paredes precisam de pinturas?
- Existe uma sala de apoio próxima?

Construa com os alunos um relatório com as informações acima para traçarem os planos da construção do museu. Se possível, disponibilize uma sala de apoio próxima à sala principal em que o museu será montado.

Para a próxima aula, os alunos devem trazer imagens da parte interna de diferentes museus, atentando-se para sua estrutura interna. Essas imagens podem ser armazenadas em um *drive* na nuvem, *pendrive* ou guardadas de forma impressa em uma pasta.

Aula 3: Planejando uma exposição

Essa aula será destinada para o planejamento físico da exposição. Organize os alunos em círculo e retome tudo o que já foi decidido para o projeto até o momento. Oriente os alunos a socializar com a turma as imagens internas de museus pesquisadas na aula anterior. É importante que eles tenham tudo registrado e guardado em uma pasta destinada a isso.

Para auxiliar no planejamento da exposição, apresente aos alunos o vídeo “Vamos montar uma exposição?” da TV Cultura, disponível em: <http://tvcultura.com.br/videos/31633_vamos-montar-uma-exposicao.html> (acesso em: 16 out. 2018).

Após a apresentação do vídeo, disponibilize aos alunos plantas de casas e apartamentos, para que sigam esse modelo para a construção de uma planta para o museu, levando em consideração as quatro áreas previstas (discutidas anteriormente), a metragem, as condições da sala em que será montada a exposição e o fluxo de visitantes. A ideia é que os materiais expostos sejam organizados em ordem cronológica, como uma linha do tempo. O rascunho da planta pode ser feito inicialmente na lousa pelo professor, com as definições discutidas com a turma, e posteriormente registrada em uma folha tamanho A3 ou folha sulfite.

Para a separação física dos ambientes, o ideal é que cada espaço seja organizado isolado dos demais. Uma possível separação dos ambientes pode ser feita utilizando os próprios painéis da exposição. Os alunos costumam ser criativos e seria interessante observar seus pontos de vista.

Com a planta finalizada, é o momento de estudar os conteúdos que serão abordados na exposição. Nas próximas oito aulas, os alunos vão estudar os temas dos quatro espaços da exposição. Propomos que cada tema seja trabalhado em duas aulas.

Aulas 4 e 5: Explorando o tema – Máquinas a vapor

• Espaço I – Máquinas a vapor

A primeira parte da exposição apresenta modelos de máquinas a vapor. Sugerimos a construção de dois experimentos simples e de baixo custo. Se julgar necessário, outros experimentos podem ser adicionados.

Barco a vapor

Nesse experimento, os alunos desenvolverão um modelo de barco que se move por meio do calor da chama de uma vela de aniversário. A construção desse experimento envolve alguns materiais cortantes, por esse motivo, apenas o professor deve realizar essas etapas e trazer as peças prontas e cortadas para os alunos realizarem a montagem. Da mesma forma, o manuseio da vela deve ser feito somente pelo professor, para evitar que os alunos se machuquem. Além disso, esse experimento deve estar próximo da porta, longe de cortinas e matérias inflamáveis.

Sugerimos o site a seguir que ensina a elaboração e montagem do barco a vapor estilo pop. Disponível em: <<http://www.manualdomundo.com.br/2012/04/como-fazer-um-barco-a-vapor-barquinho-pop-pop/>>. Acesso em: 10 out. 2018.

Apresente o vídeo aos alunos e traga as peças cortadas. Em grupos, os alunos devem realizar a montagem, sempre com a ajuda do professor. Com a montagem finalizada, é o momento de testar o funcionamento do barco. Para isso, é necessário o uso de uma bacia grande com água ou se a escola tiver uma área externa com fonte ou lago, os testes podem ser realizados nesse local.

Questione os alunos quanto ao funcionamento do barco. Como ele funciona? De onde vem a energia para movimentá-lo? Dê um tempo para que registrem suas hipóteses. Em seguida, em roda de conversa, promova uma discussão sobre o funcionamento do barco. É importante que todos consigam expor suas opiniões e pontos de vista. Esclareça que o barco construído é uma máquina a vapor, a chama da vela aquece a água no interior do canudo que evapora e impulsiona o barco para frente.

Caso os alunos sintam dificuldades, comente que a água ao ser aquecida, torna-se vapor, expulsando pequenas gotas o que faz com que o barquinho se movimente no sentido oposto.

Máquina de Heron

Esse experimento demonstra a conversão de energia térmica em energia cinética, produzindo movimento. A construção desse experimento utiliza alguns materiais cortantes e o uso de lamparina ou vela. Essas etapas devem ser realizadas pelo professor, que deve levar algumas peças prontas. Da mesma forma, o manuseio da vela deve ser feito somente por ele, a fim de evitar que os alunos se machuquem. Além disso, esse experimento deve estar próximo da porta, longe de cortinas e materiais inflamáveis. Sugerimos que o professor apenas faça a demonstração do experimento e os alunos observem.

Recomenda-se o site do Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (IF-UFRGS) que demonstra a elaboração e montagem da máquina de Heron. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~leila/heron.htm>>. Acesso em: 16 out. 2018.

Organize a turma em semicírculo e realize a montagem e a demonstração do experimento sugerido. Questione os alunos: Como ocorre o movimento? Quem é responsável pelo movimento? Qual a função da vela? Dê um tempo para que os alunos levantem suas hipóteses. Em seguida, promova uma discussão com a turma a fim de que os alunos socializem suas hipóteses. É importante que todos consigam participar e expor suas opiniões. Explique que quando a água ferve o vapor sobe e sai pelos caninhos, e esse jato de vapor faz com que a lata entre em movimento de rotação.

Aulas 6 e 7: Explorando o tema – Contexto histórico

• Espaço II – Contexto histórico

Na segunda parte da exposição serão desenvolvidos os aspectos históricos das máquinas térmicas. A proposta dessa etapa é que os alunos realizem uma pesquisa da história das máquinas térmicas e construam painéis e maquetes, contando os eventos em ordem cronológica. Para o desenvolvimento dessa etapa, é importante o trabalho integrado com o professor de História, para orientação durante as pesquisas históricas, e do professor de Arte, para a construção dos painéis e maquetes. No caso de Arte, os alunos podem também pesquisar obras que retratem as mudanças ocorridas na sociedade com o advento das máquinas.

Organize os alunos em grupos a fim de que realizem a pesquisa do histórico das máquinas a vapor. A pesquisa pode ser realizada na sala de informática ou em livros e revistas previamente separadas pelo professor. É importante que se tenham imagens retratando-se as primeiras máquinas térmicas, bem como aspectos que caracterizem a sociedade da época, além do contexto histórico.

Todo o material pesquisado deve ser socializado com toda a sala e selecionados com o auxílio do professor de História, devendo ser discutidos os assuntos que irão compor os painéis e as maquetes.

Após esse planejamento, os alunos produzirão, com o auxílio do professor de Arte, os painéis e as maquetes para a exposição. Podem ser utilizados cartolinas, lápis de cor, papéis coloridos, materiais recicláveis, blocos de montar, placas de isopor, dentre outros.

Ainda com auxílio dos professores de História e Arte, os alunos podem preparar dramatizações para contar a história das máquinas a vapor. Alguns alunos podem se caracterizar de cientistas da época e contar partes dessa história. Essas dramatizações serão apresentadas no dia da exposição.

Referências:

DONOSO, J. P. **Datas e personagens na História da termodinâmica**. Instituto Federal de Santa Catarina. Disponível em:

<http://www.ifsc.usp.br/~donoso/termodinamica/Historia_Termodinamica.pdf>.

Acesso em: 16 out. 2018.

Máquina a vapor. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Disponível em:

<<http://www.if.ufrgs.br/~leila/vapor.htm>>. Acesso em: 18 out. 2018.

MAMMINI, E. **Máquina a vapor**: pequeno histórico. Disponível em:

<http://ferrimodel.tripod.com/hist_maq_vap_.htm>. Acesso em: 16 out. 2018.

MARTINS, W.; ROSA, L. G. D. **Locomotivas a vapor**. Faculdade de engenharia Mecânica – Unicamp. Disponível em:

<<http://www.fem.unicamp.br/~em313/paginas/locom0/locom0.html>>. Acesso em:

16 out. 2018.

Aulas 8 e 9: Explorando o tema – Aspectos Ambientais

• Espaço III – Aspectos ambientais

Na terceira parte da exposição serão retratados os danos ambientais causados pelo uso de diferentes máquinas térmicas. Nesse espaço, os alunos podem estar caracterizados de cientistas e pesquisadores para apresentar dados reais e atuais sobre o aumento de emissão de gases de efeito estufa (GEEs) na atmosfera e relacionar com o aumento da temperatura da Terra nas últimas décadas.

Organize a turma em grupos e oriente-os a pesquisar sobre os aspectos ambientais do uso de máquinas térmicas e combustíveis fósseis, emissão de gases de efeito estufa, como o dióxido de carbono (CO₂), na atmosfera no Brasil e no mundo. Essa pesquisa pode

ser realizada na sala de informática ou em livros e revistas previamente separados pelo professor.

Para orientar a pesquisa, seguem algumas perguntas direcionadoras:

- As máquinas térmicas poluem a atmosfera? Como?
- Que máquinas térmicas são utilizadas atualmente?
- Qual é a relação de combustíveis fósseis e emissões de CO₂?
- O que são gases de efeito estufa (GEEs) e o que eles causam na atmosfera?
- Quais as consequências do aumento das emissões de GEEs?

Outras perguntas direcionadoras podem ser acrescentadas a critério do professor.

Após as pesquisas, promova uma roda de conversa para que os alunos socializem as informações encontradas e selecionem quais informações devem compor o espaço III da exposição.

O planejamento e a construção desse espaço pode ser feito em conjunto com o professor de Arte. A proposta é que no espaço III seja representado um ambiente poluído e com comprometimentos ambientais em razão da ação antrópica. Esse espaço pode ser acinzentado, com decoração que lembre poluição, com jogo de luzes ou filtros sobre as lâmpadas. Podem ser projetados vídeos de fábricas e carros emitindo poluição. Nas paredes podem ser colocadas frases de efeitos como: “até quando”, “precisamos fazer algo”, “cuide do nosso planeta” etc.

Depois do planejamento do espaço III, com o auxílio do professor de Arte, os alunos produzem os materiais que irão compor o espaço. Para isso, podem ser usados cartolina, lápis de cor, isopor, materiais recicláveis, entre outros.

Referências:

Aumenta a emissão industrial de gases de efeito estufa. Scientific American Brasil.

Disponível em:

<http://www2.uol.com.br/sciam/noticias/aumenta_a_emissao_industrial_de_gases_d_e_efeito_estufa.html>. Acesso em: 16 out. 2018.

Resenha Energética Brasileira 2018. Ministério de Minas e Energia. Disponível em:

<<http://www.eletronuclear.gov.br/Imprensa-e-Midias/Documents/Resenha%20Energética%202018%20-MME.pdf>>. Acesso em: 16 out. 2018.

Aquecimento global começou antes da Revolução Industrial. **Agência USP de notícias.**

Disponível em: <<http://www.usp.br/agen/?p=15684>>. Acesso em: 16 out. 2018.

Quais as consequências do aquecimento global? Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Disponível em: <<http://www.inpe.br/acessoainformacao/node/483>>. Acesso em: 16 out. 2018.

Aulas 10 e 11: Explorando o tema – Expectativas para o futuro

• Espaço IV – Expectativas para o futuro

Na quarta parte da exposição, os alunos irão se caracterizar de ambientalistas e cientistas. Será uma área mais clara da exposição, contrastando com o espaço anterior. Nesse espaço, os alunos mostrarão as medidas do Brasil e do mundo para reduzir as emissões de gases de efeito estufa (GEEs) na atmosfera, novas tecnologias menos poluentes, como veículos elétricos e híbridos, e outras alternativas ao uso de combustíveis fósseis.

Seria interessante se eles montassem um protótipo de um desses veículos, utilizando materiais de baixo custo e explicando, de modo geral, como seria essa tecnologia. É importante que o visitante tenha a sensação de que, apesar das máquinas térmicas terem contribuído e muito para o desenvolvimento tecnológico, são necessárias algumas medidas do setor de transporte, indústria e poder público.

Organize a turma em grupos e oriente-os a realizar uma pesquisa sobre as medidas para redução de emissões de GEEs, veículos elétricos e híbridos, alternativas ao uso de combustíveis fósseis. As pesquisas podem ser realizadas na sala de informática ou em livros e revistas previamente separadas pelo professor.

Para direcionar a pesquisa, seguem algumas sugestões de fontes:

Brasil, China e Índia fazem mais da metade dos investimentos em energia limpa.

Época **Negócios.** Disponível em:
<<https://epocanegocios.globo.com/Mundo/noticia/2018/04/brasil-china-e-india-fazem-mais-da-metade-dos-investimentos-em-energia-limpa.html>>. Acesso em: 16 out. 2018.

Energia solar cresce 407% em um ano no Brasil impulsionada por painéis em residências. **Estadão.** Disponível em:
<<https://economia.estadao.com.br/blogs/ecoando/energia-solar-cresce-407-em-um-ano-no-brasil-impulsionada-por-paineis-em-residencias/>>. Acesso em: 16 out. 2018.

Quanto custa a energia solar fotovoltaica. Portal Solar. Disponível em:
<<https://www.portalsolar.com.br/quanto-custa-a-energia-solar-fotovoltaica.html>>. Acesso em: 16 out. 2018.

Os números do mercado de energia eólica no mundo; Brasil avança. **Exame.** Disponível em: <<https://exame.abril.com.br/economia/os-numeros-do-mercado-de-energia-eolica-no-mundo-brasil-avanca/>>. Acesso em: 16 out. 2018.

Conheça quais são os 7 carros elétricos e híbridos disponíveis no Brasil. **IG.** Disponível em: <<https://carros.ig.com.br/2018-05-28/carros-eletricos-hibridos.html>>. Acesso em: 16 out. 2018.

Automóveis movidos a eletricidade deverão representar 16% da frota mundial até 2030. **Revista Fapesp.** Disponível em: <<http://revistapesquisa.fapesp.br/2017/08/15/a-ascensao-dos-eletricos/>>. Acesso em: 16 out. 2018.

Carro 100% movido a energia solar será lançado em 2019. Catraca Livre. Disponível em: <<https://catracalivre.com.br/parceiros-catraca/as-melhores-solucoes-sustentaveis/carro-100-movido-energia-solar-sera-lancado-em-2019/>>. Acesso em: 16 out. 2018.

AGRENER. **Biodiesel no mundo e no Brasil:** situação atual e cenários futuros. Disponível em: <<http://www.iee.usp.br/agrener2015/sites/default/files/tematica1/734.pdf>>. Acesso em: 16 out. 2018.

Após as pesquisas, organize uma roda de conversa a fim de que os alunos socializem as informações que encontraram e selecionem as informações que irão compor o espaço IV. Para essa etapa, é importante a participação do professor de Arte para auxiliar no planejamento e na construção do espaço, que pode ser composto por painéis, maquetes, projeção de vídeos, além de monitores caracterizados de ambientalistas e cientistas para explicar ao público as novas tecnológicas renováveis. As dramatizações serão apresentadas no dia da exposição.

Depois do planejamento do espaço IV, com o auxílio do professor de Arte, os alunos produzem os materiais que irão compor o espaço. Para isso, podem ser usados cartolina, lápis de cor, isopor, materiais recicláveis, entre outros.

Aula 12 e 13: Montagem da exposição

Nas últimas aulas, os alunos estudaram os temas e construíram os materiais que irão compor os quatro espaços da exposição. Com todos os materiais produzidos, é o momento de organizar a montagem da exposição. Organize a turma nos quatro grupos designados no início do projeto. Cada grupo será responsável pela montagem e pela apresentação de uma das áreas da exposição.

Em conjunto, a turma deve decidir como os materiais serão distribuídos, quais alunos representarão os personagens em cada uma das áreas:

- Como os espaços são delimitados?
- O que está sendo exposto?
- Como os painéis, maquetes e protótipos serão dispostos?
- Quais alunos representam os personagens históricos, cientistas e ambientalistas?

Para a montagem da exposição, é necessário o trabalho conjunto com o professor de Arte e História. Devem ser levadas em consideração a metragem da sala e o fluxo de visitantes. A sala deve ser dividida em quatro áreas, cada uma delas representará um tema:

Espaço I – Máquinas a vapor

Espaço II – Contexto histórico

Espaço III – Aspectos ambientais

Espaço IV – Expectativas para o futuro

Após a montagem, os grupos devem organizar a monitoria da sua área de exposição, as informações apresentadas aos visitantes, as falas e a encenação dos personagens. É importante a participação de todos os professores envolvidos no projeto para auxiliar os alunos nessa preparação.

Toda a comunidade escolar pode ser convidada para participar da exposição.

Aula 14: Exposição

No dia na exposição, se houver sala de apoio próxima, mantenha materiais de reserva por lá, como bacia com água, velas extras, isqueiros, outros modelos dos experimentos para prevenir, em caso de quebras ou falhas. É importante que os experimentos do Espaço I sejam demonstrados por um dos professores envolvidos no projeto, pois há presença de velas e materiais cortantes. Os alunos assumem o papel de auxiliar o professor e explicar os fenômenos aos visitantes.

AVALIAÇÃO

Aulas	Proposta de avaliação
1	Avaliar a participação nas discussões propostas, percebendo se os alunos respeitam a vez de fala dos demais colegas. Verifique também se o aluno se interessou em visitar algum tipo de museu, tanto com a escola quanto com a família.
2 - 3	Avaliar a participação dos alunos tanto nas pesquisas propostas como nas discussões levantadas. Avaliar se os alunos trazem ideias novas no início das aulas e se participam efetivamente da escolha do melhor local para fazer a montagem do museu, além de contribuir com ideias de como dispor as informações.
4 - 11	Avaliar se os alunos conseguem entender bem a proposta do espaço final. Além disso, em cada uma das aulas, avalie se os alunos se esforçaram para trazer novas ideias para cada parte da exposição. Verifique também se os alunos consultaram os textos e sites sugeridos, se fizeram resumos, se apresentaram dúvidas e problemas para o professor e para os demais, buscando soluções que agradem a maioria. Avalie também a proatividade durante a confecção dos experimentos, quadros, roupas, e dos demais objetos da exposição.
12-14	Avalie se os alunos participam ativamente da montagem, se se preocupam se as coisas estão no lugar certo, se preparam suas falas, se conhecem todos os espaços do museu, se sabem os seus

horários de apresentação e se oferecem suporte aos demais. No dia da apresentação avalie se os alunos cumpriram com os horários, se fizeram revezamentos, se se preocuparam em manter todos os espaços acessíveis aos visitantes. Também avalie a forma com que os alunos trataram os visitantes e abordaram os assuntos quando questionados.
--

AVALIAÇÃO FINAL

Durante todas as etapas do projeto é possível avaliar o desenvolvimento dos alunos sobre o entendimento dos temas propostos. Essas avaliações podem acontecer tanto no decorrer das atividades sugeridas como também na participação durante as explicações e nos momentos destinados às discussões.

É importante perceber se os alunos se envolveram no projeto, dedicaram-se na pesquisa e trouxeram ideias a serem discutidas, sempre visando apresentar o melhor material aos visitantes do museu.

Em cada um dos temas discutidos, verifique se os alunos se esforçam, principalmente nas pesquisas. Sem não houve boa pesquisa e boas discussões com o grupo, provavelmente o resultado será uma apresentação limitada sem conteúdo enriquecedor para os visitantes. Este projeto trabalha espírito de equipe, confiança, liderança, responsabilidade e diversos outros itens que podem ser avaliados.

No dia da apresentação, tire fotos e faça algumas filmagens de modo a poder discutir com os alunos se o resultado foi o que esperavam. Escolha alguns visitantes para perguntar a opinião sobre o projeto e compartilhe-as com os alunos. Reúna-se com os demais professores do projeto e discuta pontos fracos e fortes, reforçando no texto pontos a serem aplicados em outros anos.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA COMPLEMENTAR.

GASPAR, A. Museus e centros de ciências: conceituação e proposta de um referencial teórico. 1993. 173 f. Tese (Doutorado em Educação – Faculdade de Educação Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.

PERUSO, J. Experimentos de física básica: Termodinâmica, Ondulatória e óptica. Livraria da Física, 2012.

ROBILOTTA, M. R. O Cinza, o Branco e o Preto: da relevância da História da Ciência no ensino da Física. Caderno Catarinense do Ensino de Física, v. 5 (número especial), p. 07-22, jun. 1988.