

Engenharia Reversa – Planadores

Idealizador: Victor Hugo Garcia de Oliveira

E.E. Sylvia Ramos Esquivel¹



Ementa

A eletiva introduz aos estudantes o conceito de engenharia reversa. São abordados seus fundamentos (desmontagem, análise de produtos, documentação e reengenharia), seu impacto na sociedade e sua relação com a sustentabilidade. A proposta final é a construção de um planador com materiais reutilizáveis, a partir de uma investigação de um modelo.



Objetivos gerais

- Identificar as semelhanças e diferenças entre tecnologias antigas e modernas, discutindo a continuidade de processos e técnicas e a inovação ao longo do tempo;
- Identificar e aplicar os conceitos de engenharia reversa;
- Reconhecer o impacto da engenharia reversa na sociedade;
- Relembrar os três “R” da sustentabilidade (reduzir, reutilizar, reciclar);
- Utilizar conhecimentos de Física e Matemática na construção de um planador.

¹ Esta proposta foi idealizada pelos professores mencionados, entretanto, passou por adaptações realizadas pela equipe técnica SEDUC/SP, visando a viabilização da implementação da eletiva em diferentes contextos.



Habilidades

Ensino Fundamental – Anos Finais

- (EF06MA22) Utilizar instrumentos, como réguas e esquadros, ou softwares para representações de retas paralelas e perpendiculares e construção de quadriláteros, entre outros.
- (EF06MA23) Construir algoritmos para resolver situações passo a passo (como na construção de dobraduras ou na indicação de deslocamento de um objeto no plano segundo pontos de referência e distâncias fornecidas etc.).
- (EF06MA21) Construir figuras planas semelhantes em situações de ampliação e de redução, com o uso de malhas quadriculadas, plano cartesiano ou tecnologias digitais.
- (EF07MA29) Resolver e elaborar situações problema que envolvam medidas de grandezas inseridos em contextos oriundos de situações cotidianas ou de outras áreas do conhecimento, reconhecendo que toda medida empírica é aproximada.
- (EF09MA11) Resolver problemas por meio do estabelecimento de relações entre arcos, ângulos centrais e ângulos inscritos na circunferência, fazendo uso, inclusive, de softwares de geometria dinâmica.
- (EF09MA17) Reconhecer vistas ortogonais de figuras espaciais e aplicar esse conhecimento para desenhar objetos em perspectiva.
- (EF07CI06) Discutir e avaliar mudanças econômicas, culturais e sociais, tanto na vida cotidiana quanto no mundo do trabalho, decorrentes do desenvolvimento de novos materiais e tecnologias (como automação e informatização).

- (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.

Ensino Médio

- (EM13MAT105) Utilizar as noções de transformações isométricas (translação, reflexão, rotação e composições destas) e transformações homotéticas para analisar diferentes produções humanas como construções civis, obras de arte, entre outras.
- (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.
- (EM13CNT306) Avaliar os riscos envolvidos em atividades cotidianas, aplicando conhecimentos das Ciências da Natureza, para justificar o uso de equipamentos e recursos, bem como comportamentos de segurança, visando à integridade física, individual e coletiva, e socioambiental, podendo fazer uso de dispositivos e aplicativos digitais que viabilizem a estruturação de simulações de tais riscos.

- (EM13CNT307) Analisar as propriedades dos materiais para avaliar a adequação de seu uso em diferentes aplicações (industriais, cotidianas, arquitetônicas ou tecnológicas) e/ou propor soluções seguras e sustentáveis considerando seu contexto local e cotidiano.



Conteúdo programático semanal

Os conteúdos propostos são sugestões e podem ser adequados de acordo com a necessidade de cada turma ou escola.

Semana 1 – O que é Engenharia Reversa?

Objetivos semanais:

- Reconhecer a definição de engenharia reversa.
- Identificar os benefícios das etapas da engenharia reversa.
- Criar estratégias para a resolução de problemas complexos.

Desenvolvimento de atividades:

Nesta semana, sugere-se apresentar aos estudantes a definição e as etapas da engenharia reversa (desmontagem, análise de componentes, documentação e reengenharia). Para conduzir essa introdução ao tema, é possível propor uma atividade prática de exploração:

- Peça aos estudantes que escolham e tragam objetos que possam ser desmontados ou selecione alguns para a atividade;
- Dê dicas para a desmontagem dos componentes de forma segura, guiando os alunos;
- Desafie-os a remontar os objetos e peça que verbalizem as dificuldades, dúvidas e ideias;

- Apresente os conceitos da Engenharia Reversa (desmontagem, análise de componentes, documentação e reengenharia), relacionando-os com a exploração realizada pela turma.

Recursos didáticos: Lousa e canetão ou apresentação de slides e vídeos; produtos simples escolhidos pela turma e/ou pelo professor pré-desmontados e ferramentas simples.

Semana 2 – Fundamentos da Engenharia Reversa

Objetivos semanais:

- Compreender e explorar os fundamentos da engenharia reversa.
- Identificar benefícios do uso da engenharia reversa e áreas de aplicação.

Desenvolvimento de atividades:

Nesta semana, sugere-se apresentar aos estudantes os fundamentos de engenharia reversa (compreensão do design original, análise funcional, modelagem e simulação, teste e validação e inovação e melhoria).

É possível relacionar essa técnica com diferentes áreas de aplicação como a industrial, da computação, militar etc. Sugere-se uma atividade prática em que, novamente, os estudantes manipulem objetos desmontáveis e realizem uma análise a partir

do conteúdo das aulas. Alternativamente, essa análise pode ser realizada em produtos como sites, aplicativos e serviços.

Por fim, pode-se conduzir um debate sobre os benefícios desse método, relacionando-o com a inovação e a criatividade.

Recursos didáticos: Lousa e canetão ou apresentação de slides e vídeos; produtos simples escolhidos pelo professor pré-desmontados ou para desmontagem e ferramentas simples para desmontagem.

Semanas 3 e 4 – O Impacto da Engenharia Reversa na Sociedade

Objetivos semanais:

- Identificar o processo de engenharia reversa em invenções diversas.
- Avaliar o uso da engenharia reversa em diferentes momentos históricos.

Desenvolvimento de atividades:

Nesta semana, pode-se apresentar aos estudantes demonstrações e exemplos de engenharia reversa em invenções diversas, como o aperfeiçoamento do microscópio por Antony van Leeuwenhoek, a criação do bombardeiro Tupolev Tu-4 pela União Soviética e a criação de uma versão legal de uma BIOS compatível com aplicativos de computadores da IBM pela Columbia Data Products. É possível complementar o momento

expositivo com um debate sobre o tema, discutindo, por exemplo, os impactos na sociedade da época e questões como propriedade intelectual.

Proponha uma atividade em grupo a partir dos produtos utilizados nas aulas anteriores:

- Os estudantes deverão criar um design inovador de um projeto. Para isso, poderão partir dos aprendizados obtidos nas etapas de engenharia reversa aplicadas até aqui.
- Peça que se dividam e escolham um dos objetos ou produtos estudados anteriormente.
- Os estudantes devem fazer um levantamento de ideias com possíveis melhorias e inovações do objeto ou produto, e apresentar para a turma.

Recursos didáticos: Lousa e canetão ou apresentação de slides e vídeos; produtos simples escolhidos pelo professor e ferramentas simples.

Semana 5 – Apresentação do Projeto do Planador

Objetivos semanais:

- Apresentar o projeto de culminância da eletiva – a criação de um planador a partir de materiais recicláveis e a exploração de um modelo pronto, por meio de engenharia reversa.
- Explicar o funcionamento de um planador.

Desenvolvimento de atividades:

Nesta semana, sugerimos que o professor apresente aos estudantes o conceito de planador e seu funcionamento. Pode-se abordar os princípios físicos do voo e os conceitos matemáticos aplicáveis. Por exemplo:

- Temperatura e pressão;
- Grandezas e medidas;
- Proporção etc.

Neste momento, pode-se apresentar os materiais a serem utilizados para a construção do planador (pasta de escritório polionda, cola quente e palitos).

Para a atividade final, propõe-se uma divisão em grupos de 3 ou 4 estudantes, que podem ser separados nessa aula.

Recursos didáticos: Lousa e canetão ou apresentação de slides e vídeos; produtos simples escolhidos pelo professor pré-desmontados e ferramentas simples. Pasta de escritório ou arquivo morto polionda, palitos de 40cm sem ponta e tesoura sem ponta.

Semanas 6 a 8 – Desenho Esquemático dos Planadores

Objetivos semanais:

Aplicar os conceitos de engenharia reversa aprendidos no decorrer da eletiva para realizar medidas no planador e analisar suas características.

Desenvolvimento de atividades:

Nesse momento deve-se apresentar o planador (físico), baseado no vídeo do canal do Youtube Manual do Mundo “Avião de Pasta de Escritório: Voa Muito!”, disponível em https://www.youtube.com/watch?v=j-2aInFZ_A.

Não se deve mostrar o vídeo aos estudantes, para que eles possam desenvolver suas próprias ideias, sem intervenção do vídeo. Eles podem experimentar, observar, fazer anotações, medições etc.

Também sugerimos que apresente aos estudantes um modelo esquemático do planador na lousa, com as medidas dos componentes.

Proponha que, a partir das medidas na lousa, os estudantes:

- as redimensionem, utilizando cálculos matemáticos, para o tamanho dos componentes que têm disponíveis, de forma a manter a proporção do projeto;
- façam modificações no projeto para aprimorá-lo e personalizá-lo.

Coordene com os grupos a desmontagem do protótipo físico para que todos tenham a oportunidade de analisar as partes do planador.

Depois, deve ser feita a parte documental do projeto, aplicando os conceitos de engenharia reversa aprendidos durante a eletiva.

Mesmos que os estudantes estejam em grupos, não necessariamente limite a produção de 1 planador por grupo. Eles podem criar mais de um protótipo para testar ideias.

Recursos didáticos: Lousa e canetão ou apresentação de slides e vídeos;

Semanas 9 a 14 – Montagem dos Planadores

Objetivos semanais:

Montar a estrutura do planador e seus componentes.

Desenvolvimento de atividades:

A partir do documento criado e das instruções do professor, os estudantes começarão a montagem do planador. É importante que cada projeto de planador tenha alguma margem de liberdade para que os itens sejam montados (distância da asa até o bico, envergadura da asa, formato do bico, etc), de forma com que os alunos sejam protagonistas de seus próprios projetos. O professor auxiliará na formação técnica para a utilização de cada instrumento de medição, como por exemplo, o transferidor e o compasso.

Recursos didáticos: Lousa e canetão ou apresentação de slides e vídeos; produtos simples escolhidos pelo professor pré-desmontados e ferramentas simples. Pasta de escritório ou arquivo morto polionda, palitos de 40cm sem ponta, tesoura sem ponta, folhas de EVA, réguas, compassos e transferidores.

Semana 15 a 17 – Ajustes Finais dos Planadores

Objetivos semanais:

- Finalizar a construção do planador.
- Testar e ajustar o planador para otimizar seu desempenho.

Desenvolvimento de atividades:

Com o projeto já pronto, sugerimos que o professor leve os estudantes para um espaço aberto na unidade escolar, de forma com que se consiga fazer o lançamento dos planadores para testar o seu funcionamento para a culminância. O professor relembrará os alunos sobre os conceitos já trabalhados anteriormente dentro da eletiva, como a necessidade do centro de massa do planador estar ajustado para que consiga alcançar maiores distâncias antes de cair no chão e para que os alunos possam fazer os ajustes finais em seus planadores.

Caso seja necessário, agora é possível apresentar o vídeo original de referência ou pode-se dar instruções de montagem mais específicas, para auxiliar na construção e complementar o que foi feito com a engenharia reversa.

Recursos didáticos: Lousa e canetão ou apresentação de slides e vídeos; produtos simples escolhidos pelo professor pré-desmontados e ferramentas simples. Pasta de escritório ou arquivo morto polionda. palitos de 40cm sem ponta, tesoura sem ponta, folhas de EVA, régua, compassos e transferidores.

Semana 18 – Planadores e Sustentabilidade

Objetivos semanais:

Discutir a criação do projeto do planador a partir de materiais recicláveis.

Desenvolvimento de atividades:

Sugerimos que haja um momento para que os estudantes possam relacionar os 3R's da sustentabilidade com os materiais utilizados na confecção do planador, a partir da particularidade do projeto da eletiva feito durante o bimestre.

É possível associar os princípios de inovação e criatividade aplicados na engenharia reversa com outros temas, como a cultura maker.

Sugere-se um debate sobre como esses fundamentos abordados em aula podem servir para se pensar em reaproveitamento de objetos e materiais.

Recursos didáticos: Lousa e canetão ou apresentação de slides e vídeos.

Semana 19 – Avaliação dos Projetos Finais

Objetivos semanais:

Conduzir autoavaliação da eletiva.

Desenvolvimento de atividades:

Sugerimos que o professor, juntamente com os estudantes, conversem sobre a experiência individual durante o andamento da eletiva, elencando os pontos positivos e negativos do processo. Entre os tópicos de discussão, pode-se falar sobre a relação da eletiva com os projetos de vida dos estudantes e das habilidades de resolução de problemas desenvolvidas. Também é possível conversar sobre as relações de grupo.

Recursos didáticos: Lousa e canetão ou apresentação de slides e vídeos.

Semana 20 – Conferência dos Planadores para a Culminância

Objetivos semanais:

- Conferir os projetos de grupo para a apresentação da culminância das eletivas.
- Discutir com os grupos sobre a forma de apresentação.

Desenvolvimento de atividades:

Sugerimos que o professor, juntamente com os estudantes, converse sobre o formato da apresentação da culminância, assim como o planejamento de como ela será feita. Uma sugestão é fazer um campeonato de planadores.

Recursos didáticos: Lousa e canetão ou apresentação de slides e vídeos; produtos simples escolhidos pelo professor pré-desmontados e ferramentas simples. Pasta de escritório ou

arquivo morto polionda, palitos de 40cm sem ponta, tesoura sem ponta, folhas de EVA, réguas, compassos e transferidores.



Culminância

A culminância da eletiva pode ser feita a partir de uma competição entre os grupos (que confeccionarem os planadores), seguindo uma série de regras, como o lançamento em distância, lançamento em altura e passagem por obstáculos.



Avaliação

Para avaliação, devem ser considerados a participação em sala de aula e nos grupos de projetos da eletiva, assim como a entrega das atividades propostas pelo professor dentro do prazo estipulado, o planador em si e a atuação na culminância.



Repertório para consulta e referências:

Azevedo, G.; Seriacopi, R. Dos primeiros humanos ao estado moderno. In: **História em movimento**. 2 ed. São Paulo: Ed. Ática, 2014.

Brasil. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular: Educação é a Base**. Brasília, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_-versaofinal_site.pdf. Acesso em: 20 jun. 2024.

(Capa). Antony van Leeuwenhoek – inventor do microscópio. **J Bras Patol Med Lab**, v. 45, n. 2, Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/jbpml/a/4tVxPRqDwPZgjYyCcg5QVPd/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 26 jun. 2024.

Castro, Juan. O Ataque dos Clones – Parte 2. **Retrópolis**. 20 mar. 2015. Disponível em: <https://retropolis.com.br/2015/03/20/o-ataque-dos-clones-parte-2/>. Acesso em 25 jun. 2024.

Jacobi, P. **Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade**. Cadernos de Pesquisa, n. 118, p. 189–205, mar. 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cp/n118/16834.pdf>. Acesso em: 18 jul. 2020.

Manual do Mundo. Avião de Pasta de Escritório: Voa Muito! (Vídeo). 25 mar. 2021. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=_j-2aInFZ_A. Acesso em: 02 mar. 2024.

São Paulo (Estado). Secretaria da Educação. Currículo paulista: etapa ensino médio. São Paulo: SEE, 2020.

São Paulo (Estado). Secretaria de Estado de Educação. **7º ano – Ciências – 1º Bimestre – Aula 1: História das máquinas simples**. São Paulo, 2024. Disponível em: <https://acervocmsp.educacao.sp.gov.br/104480/603779.pdf>. Acesso em: 25 jun. 2024.

Williams, T. I. **História das invenções: do machado de pedra às tecnologias da informação**. Belo Horizonte: Autêntica/Gutenberg, 2009.