



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
INSTITUTO DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
POLO 36

Philippe Alves Silva

PRODUTO EDUCACIONAL

SEQUÊNCIA DIDÁTICA EXPLORANDO O ENSINO DO FUTURO:
SALA DE AULA INVERTIDA, APRENDIZADO BASEADO EM PROBLEMAS E
PIRÂMIDE HOLOGRÁFICA NO ENSINO MÉDIO

Maceió

2025

Philippe Alves Silva

SEQUÊNCIA DIDÁTICA EXPLORANDO O ENSINO DO FUTURO:
sala de aula invertida, aprendizado baseado em problemas e pirâmide holográfica no ensino
médio

Este produto educacional é parte integrante da dissertação de mesmo título, desenvolvida no âmbito do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, polo 36 – IF/UFAL, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador(es):

Orientador Dr. Elton Malta Nascimento

Coorientador Dr. Hugo Brandão

Maceió

2025

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que me fortaleceram e confiaram em mim durante esse árduo percurso acadêmico: professores, amigos e, sobretudo, minha família.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – código de financiamento 001.

Sumário

Apresentação	5
1. Fundamentação teórica	7
2. Passo a passo da Sequência Didática Completa.....	9
1.1. Objetivos de Aprendizagem.....	9
1.2. Estrutura da Sequência Didática	10
1.2.1. Fase 1: Pré-Aula (Sala de Aula Invertida)	10
1.2.2. Fase 2: Aula Presencial (Introdução ao PBL e Atividade Prática).....	11
1.2.3. Fase 3: Pós-Aula (Reflexão e Avaliação)	12
3. Recursos e Materiais Necessários.....	13
Considerações Finais	13
Referências	15

Apresentação

O desenvolvimento de produtos educacionais no âmbito do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) é uma atividade obrigatória que exige rigor acadêmico e aplicabilidade prática, neste sentido, a proposta apresentada neste documento, intitulada “Pirâmide Holográfica como Prática Pedagógica: Uma Inovação na Compreensão da Óptica Geométrica”, segue essas diretrizes, priorizando a criação de um material autossuficiente, acessível a professores interessados em adotar a metodologia proposta, isto é, a Sequência Didática que estamos a apresentar enquanto produto educacional, independentemente de consulta à dissertação que o originou, pois, a dele foi planejada para garantir sua autonomia. Sequência Didática baseada no modelo de Sala de Aula Invertida e PBL, utilizando a Pirâmide Holográfica como recurso pedagógico em turmas do Ensino Médio.



Nossa Sequência Didática foi desenvolvida para abordar os princípios da Óptica, com foco em leis de reflexão e formação de imagens, utilizando uma pirâmide holográfica como ferramenta didática central.

Assim, destacamos que nosso produto educacional, aqui exposto, trata-se de uma Sequência Didática clara, organizada em três fases distintas e interdependentes: Pré-Aula, Aula Presencial e Pós-Aula. Cada uma dessas etapas é acompanhada de detalhamento minucioso sobre objetivos, recursos necessários e atividades a serem conduzidas. Este

nível de especificidade permite que qualquer educador possa implementar a proposta sem necessidade de buscar informações adicionais.

Na Fase Pré-Aula, o produto educacional se destaca por integrar a metodologia de sala de aula invertida, orientando os professores na seleção e disponibilização de materiais multimodais. Textos explicativos, vídeos e exercícios interativos são sugeridos como recursos, permitindo que os alunos construam uma base teórica sólida antes da aula presencial. Ferramentas como fóruns online e quizzes automáticos reforçam o aprendizado autônomo, incentivando o engajamento prévio dos estudantes com os conceitos de Óptica.

A Fase de Aula Presencial adota a metodologia de aprendizagem baseada em problemas (Problem-Based Learning – PBL) para explorar a pirâmide holográfica. A abordagem prática promove a investigação científica colaborativa, com



atividades que envolvem experimentação e análise crítica. Detalhes sobre como conduzir a aula, desde a apresentação inicial do problema até o uso de roteiros de investigação e a elaboração de hipóteses, são fornecidos de forma a empoderar o professor no processo de mediação do aprendizado.

Na Fase Pós-Aula, o foco está na reflexão e avaliação. O produto orienta a condução de discussões reflexivas e a produção de relatórios pelos alunos, promovendo a autoavaliação e a consolidação do aprendizado. Critérios claros de avaliação são sugeridos, como participação, qualidade das análises apresentadas e capacidade de síntese. Essa etapa é essencial para garantir que o aprendizado se estenda além da sala de aula, valorizando o desenvolvimento de habilidades críticas e investigativas.

Ressaltamos ainda que fornecemos orientações práticas para a implementação da proposta, desde a organização dos materiais até dicas pedagógicas para facilitar a condução das atividades. A independência do produto é reforçada pela inclusão de um

guia detalhado para cada fase da sequência didática, tornando-o funcional como recurso didático autônomo.

Este produto educacional exemplifica o compromisso do MNPEF com a criação de materiais pedagógicos robustos e inovadores, podendo ser utilizado por outros professores do Ensino Médio como ferramenta eficaz para ensinar Óptica de forma prática, engajante e acessível, mesmo sem referências adicionais à dissertação original. A proposta evidencia o potencial transformador de práticas pedagógicas bem planejadas na formação de estudantes críticos e criativos.

1. Fundamentação teórica

A proposta de utilizar o Ensino Híbrido no formato de sala de aula invertida, aplicado ao Aprendizado Baseado em Problemas (PBL) com o uso da pirâmide holográfica, alinha-se com metodologias ativas que promovem protagonismo discente e aprofundamento no aprendizado.

A sala de aula invertida é caracterizada pela inversão do modelo tradicional de ensino: os estudantes acessam previamente conteúdos teóricos, geralmente por meio de materiais digitais, liberando o tempo em sala de aula para atividades práticas e colaborativas, como resolução de problemas e discussões. Essa abordagem, integrada ao PBL, coloca os alunos diante de desafios reais, permitindo que a aprendizagem seja mais contextualizada e significativa, particularmente no estudo da Física, que exige a aplicação prática de conceitos teóricos para uma compreensão robusta.



O PBL se destaca ao engajar os estudantes na resolução de problemas desafiadores, promovendo o desenvolvimento de habilidades críticas como análise, síntese e trabalho em equipe. No contexto do ensino de Física, essa metodologia permite que os alunos explorem fenômenos do cotidiano, como os relacionados à óptica, de forma prática e integrada. A pirâmide holográfica, enquanto ferramenta didática, adiciona um elemento visual e interativo ao ensino de conceitos como reflexão, refração e formação de imagens virtuais, utilizando uma estrutura de faces transparentes que reflete a luz de dispositivos eletrônicos para criar a ilusão de tridimensionalidade. Essa abordagem combina teoria e prática, ampliando o engajamento e a retenção dos alunos.

Destacamos que no ensino de óptica, a pirâmide holográfica oferece uma plataforma inovadora para explorar os fundamentos da reflexão e refração da luz. Através de sua construção, os alunos podem observar a interação da luz com diferentes superfícies e compreender os princípios da formação de imagens tridimensionais, mesmo que virtuais. Essa experiência sensorial facilita a aplicação dos conceitos abstratos da óptica em um ambiente prático, reforçando a aprendizagem por meio da experimentação e manipulação direta. A combinação da sala de aula invertida com o PBL potencializa o uso da pirâmide holográfica, oferecendo um modelo de ensino que promove autonomia e exploração ativa. A integração de metodologias ativas como a sala de aula invertida e o PBL com tecnologias educacionais, como a pirâmide holográfica, reflete a evolução das práticas pedagógicas na educação contemporânea. Essa abordagem atende à necessidade de tornar o ensino mais dinâmico e conectado às demandas dos estudantes, que muitas vezes carecem de motivação nos métodos tradicionais. No ensino de Física, a visualização de conceitos complexos através de recursos interativos como a pirâmide holográfica não apenas facilita a compreensão, mas também desperta o interesse e a curiosidade científica dos alunos, contribuindo para uma aprendizagem mais eficaz e significativa.

Portanto, a sequência didática proposta é uma estratégia inovadora que combina o uso de tecnologias interativas com metodologias ativas para transformar o ensino de Física no ensino médio. A sala de aula invertida proporciona aos alunos o tempo necessário para explorar conteúdos teóricos em seu ritmo, enquanto o PBL os desafia a aplicar esses conhecimentos em problemas reais, utilizando a pirâmide holográfica como suporte visual e experimental. Essa abordagem promove não apenas o aprendizado de

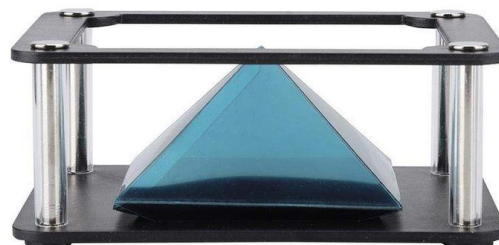
conceitos físicos, mas também o desenvolvimento de competências essenciais para o século XXI, como pensamento crítico, criatividade e colaboração.

Além dos aspectos didáticos e visuais, a sequência didática proposta enfatiza os cálculos e princípios específicos da Física, como a aplicação das Leis da Reflexão e Refração e o Princípio de Fermat para explicar a trajetória da luz na pirâmide holográfica. Os alunos são incentivados a calcular ângulos de incidência e reflexão, bem como a estimar índices de refração utilizando conceitos da óptica geométrica. Essas atividades reforçam o entendimento teórico e permitem uma compreensão aprofundada dos fenômenos envolvidos, ao conectar os conceitos abstratos com situações concretas e visualmente demonstráveis por meio da pirâmide holográfica.

2. Passo a passo da Sequência Didática Completa

Esta sequência didática foi projetada para desenvolver a compreensão profunda dos conceitos de Óptica, especialmente a formação de imagens em espelhos planos e as leis de reflexão. A estratégia pedagógica inclui três fases integradas, com foco na aplicação prática e sem protagonismo estudantil.

Com base no conteúdo analisado, aqui está a fundamentação teórica detalhada para o produto educacional descrito:



1.1. Objetivos de Aprendizagem

1. Compreender as leis de reflexão e sua aplicação na formação de imagens.
2. Analisar manifestações ópticas através de experimentos práticos.
3. Desenvolver habilidades de investigação, formulação de hipóteses e trabalho em equipe.

1.2. Estrutura da Sequência Didática

A sequência didática é dividida em três fases principais:

1. Fase Pré-Aula (Sala de Aula Invertida)
2. Fase de Aula Presencial (Introdução ao PBL e Atividade Prática)
3. Fase Pós-Aula (Reflexão e Avaliação)

1.2.1. Fase 1: Pré-Aula (Sala de Aula Invertida)

Preparação do Material Didático

- Selecione conteúdos multimodais que abordem os princípios da Óptica, incluindo:
 - Textos explicativos sobre as leis de reflexão e formação de imagens em espelhos planos.
 - Vídeos didáticos que demonstram experimentos relacionados à formação de imagens e aplicações de reflexão.
 - Exercícios práticos para a fixação dos conceitos básicos, como questionários interativos e atividades de simulação.
- Organize esses materiais em uma plataforma de aprendizagem, como o Google Sala de Aula, e disponibilize-os com antecedência.

Comunicação e Motivação

- Envie um comunicado claro aos alunos por meio da plataforma, explicando a importância da preparação prévia. Destaque a relevância dos conceitos para a atividade prática.
- Utilize ferramentas de engajamento, como fóruns de discussão online, onde os alunos podem compartilhar dúvidas e reflexões antes da aula.

Monitoramento do Estudo Autônomo

- Programa quizzes automáticos na plataforma para verificar se os alunos acessaram e compreenderam o material.
- Faça um acompanhamento ativo, respondendo às perguntas no fórum e incentivando a participação com perguntas solicitadas.

Expectativa: Os alunos chegam à aula com uma base teórica sólida, prontos para aplicar os conceitos em um experimento prático.

1.2.2. Fase 2: Aula Presencial (Introdução ao PBL e Atividade Prática)

Introdução ao PBL e Exploração do Conceito

- **Passo 1: Apresentação da Pirâmide Holográfica**

- Comece a aula com uma breve explicação sobre a pirâmide holográfica, sua estrutura e como ela será utilizada.
- Introduza uma problemática: “Como as imagens formadas em uma pirâmide holográfica são explicadas pelas leis da reflexão?”



- **Passo 2: Discussão Inicial**

- Divida a turma em grupos de 4-5 alunos. Cada grupo deve discutir e anotar suas hipóteses sobre como as imagens são formadas, relacionando com o conteúdo treinado.
- Instrua os grupos a formularem perguntas investigativas, como: “Qual é a trajetória da luz ao passar pelas faces da pirâmide?” ou “Como as leis da reflexão se aplicam em diferentes ângulos?”.

Atividade Prática (PBL)

- **Passo 3: Experimentação**

- Distribua as pirâmides holográficas e instrua os alunos a observarem a projeção das imagens em diferentes ângulos.

- Oriente-os a documentar suas observações detalhadamente, identificando as quatro imagens geradas pelas faces da pirâmide.
- Promova o uso de um roteiro de investigação, que pode incluir:
 - Registro de observações visuais (esboços e segurança).
 - Comparação dos resultados com as hipóteses iniciais.
 - Discussão em grupo sobre os achados.
- **Passo 4: Registro e Análise**
 - Cada grupo deve compilar suas descobertas em uma apresentação curta, abordando:
 - Explicação das observações à luz das leis de reflexão.
 - Reflexões sobre a validade das hipóteses e ajustes necessários.

1.2.3. Fase 3: Pós-Aula (Reflexão e Avaliação)

Discussão e Feedback

- Reúna os grupos e conduza uma discussão geral na sala de aula. Peça que compartilhamos as descobertas e dificuldades encontradas.
- Intervenha com perguntas reflexivas, como: “Que adaptações na metodologia poderiam ser feitas para melhorar a experiência?”
- Forneça feedback construtivo, destacando pontos positivos e destacando melhorias na abordagem investigativa.

Exercício de Reflexão Individual

- Solicite aos alunos que elaborem um relatório de reflexão com as seguintes características:
 - Resumo da atividade prática, destacando os principais achados.
 - Autoavaliação, identificando o que aprenderam e os pontos em que tiveram dificuldades.
 - Propostas de melhoria, indicando adaptações ou novas abordagens para experimentos futuros.

Avaliação de Aprendizagem

- Avaliar o desempenho dos alunos por meio de:
 - Participação nas discussões e experimentos.
 - Qualidade do relatório de reflexão, observando a profundidade da análise e a capacidade crítica.



3. Recursos e Materiais Necessários

- **Para a Pré-Aula:** Vídeos explicativos, textos e exercícios online, Google Sala de Aula.
- **Para a Aula Presencial:** Pirâmides holográficas (uma por grupo), folhas de anotações, projetor (opcional).
- **Para a Pós-Aula:** Modelo de relatório de reflexão, questionário para autoavaliação.

Dicas para o Professor

- Mantenha o engajamento: faça perguntas estimulantes durante a apresentação dos grupos.
- Adapte a complexidade do material conforme a progressão dos alunos e suas necessidades.
- Facilite uma troca de experiências entre os grupos, para que aprendam com as diferentes abordagens.

Com esta sequência didática detalhada, você pode implementar uma experiência de aprendizagem que envolve os alunos ativos, promovendo a assimilação prática e colaborativa dos conceitos de Óptica.

Considerações Finais

O produto educacional desenvolvido, Sequência Didática baseada no modelo de Sala de Aula Invertida e PBL, utilizando a Pirâmide Holográfica como recurso pedagógico em turmas do Ensino Médio, oferece uma abordagem didática inovadora para o ensino de Óptica, combinando teoria e prática em uma sequência didática cuidadosamente planejada. Para professores interessados em adotar as atividades e recursos propostos, é essencial compreender que a eficácia desta metodologia está na integração harmoniosa entre as três fases delineadas – Pré-Aula, Aula Presencial e Pós-Aula – e na promoção de uma aprendizagem ativa e colaborativa. O caráter autônomo do material permite sua aplicação direta, com recursos detalhados e de fácil adaptação a diferentes contextos escolares.

Destacamos a utilização da sala de aula invertida, parte da metodologia de Ensino Híbrido, como um diferencial importante desta proposta. Durante a Pré-Aula, os alunos têm acesso a recursos multimodais, como vídeos, textos explicativos e exercícios interativos, disponibilizados previamente por meio de plataformas digitais. Isso permite que cheguem à aula com uma compreensão inicial dos conceitos de reflexão e formação de imagens, prontos para aplicá-los em atividades práticas. Para os professores, essa abordagem reduz a necessidade de exposições teóricas extensas e possibilita dedicar mais tempo ao acompanhamento individual e ao estímulo ao pensamento crítico. Esse formato híbrido também é ideal para turmas heterogêneas, pois oferece flexibilidade para que cada estudante avance em seu ritmo durante a fase preparatória. Bem como, o uso da pirâmide holográfica, como ferramenta pedagógica, é um ponto de destaque desta proposta, pois proporciona uma vivência concreta dos conceitos de reflexão e formação de imagens em espelhos planos. Professores podem explorar a atividade prática como um ponto de partida para outras discussões em Óptica, ampliando o escopo do aprendizado e conectando-o a outros fenômenos ópticos. Além disso, a inclusão de estratégias baseadas em Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL) fomenta o desenvolvimento de habilidades de investigação científica, raciocínio lógico e trabalho em equipe entre os alunos, aspectos indispensáveis para uma formação integral. É recomendável que o professor atue como mediador do processo investigativo, estimulando os estudantes a formular hipóteses e refletir sobre suas descobertas.

Este produto educacional, nossa Sequência Didática, permite adaptações para atender às necessidades de diferentes turmas e realidades educacionais. Professores

podem, por exemplo, modificar as atividades práticas para abordar outros conceitos de Física, como dispersão da luz ou princípios de óptica não-linear, ampliando as possibilidades de aplicação da pirâmide holográfica; da mesma forma, os recursos multimodais sugeridos podem ser complementados com materiais locais ou adequados ao nível de compreensão dos alunos, garantindo uma experiência pedagógica mais personalizada e relevante. A adoção dessas alternativas deve considerar os objetivos de aprendizagem da turma, mantendo a coerência metodológica do produto, pois, o alcance e a abrangência deste produto educacional ultrapassam a sala de aula, posicionando-o como um exemplo de inovação e acessibilidade no ensino de Física.

Enfim, por meio de nossa Sequência Didática, produto educacional que apresentamos, esperamos não apenas a compreensão aprofundada de conceitos ópticos, e sim, a valorização do aprendizado ativo, o qual coloca o estudante como protagonista de sua formação. Já em relação aos professores que se propuserem a utilizar este produto educacional, reforçamos a importância de realizarem adaptações ponderadas e refletirem constantemente sobre os resultados obtidos, buscando sempre potencializar o engajamento e a aprendizagem dos alunos.

Este fechamento não é apenas um ponto final, mas um convite a experimentar, aprimorar e compartilhar práticas pedagógicas que transformem o ensino em uma experiência marcante e significativa.

Referências

- DAVYDOV, V. Problems of developmental teaching: the experience of theoretical and experimental psychological research. **Soviet Education**, New York, v. 30, n. 9, p. 3-83, 1988b.
- FIORINI, D; ALMEIDA I; LAZARETTI, M; FORNO, L. Sala de aula invertida com aprendizagem baseada em problemas e orientação por meio de projeto, apoiada pela gestão do conhecimento. **Acta Scientiarum. Education**, v. 44, e53601, 2022.
- FREITAS, R. A; LIBÂNEO, J. C. O experimento didático formativo na perspectiva da teoria do ensino desenvolvimental. **Educ. Pesqui.**, São Paulo, v. 48, 2022.
- GOMES, J. **Desvendando os Hologramas**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2010.

NUSSENZVEIG, Moysés. **Curso de Física Básica: Ótica, Relatividade, Física Quântica**. São Paulo: Editora Edgar Blücher, 1998.

SOUZA, G; PEREIRA, E. Pirâmide “holográfica”: erros conceituais e potencial didático. **Rev. Bras. Ensino Fís.** 2018. Disponível em <<https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2017-0186>>. Acessada em 07/08/2023.

SCHMITZ, E. X. S. **Sala de Aula Invertida: uma abordagem para combinar metodologias ativas e engajar alunos no processo de ensino-aprendizagem. Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Educacionais em Rede**. Universidade Federal de Santa Maria. Dissertação (Mestrado), 2016. Disponível em: <http://repositorio.ufsm.br/handle/1/12043>. Acessado 25/07/2023.

SCHIVANI, A. C. R.; SOUZA, R. M.; PEREIRA, L. R. **Pirâmide “holográfica”: erros conceituais e potencial didático. Revista de Educação em Ciências**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 3, p. 1-12, 2018. Disponível em: <https://www.educacaociencias.ufrj.br>. Acesso em: 24 nov. 2024.