

# CICLO PODS COMBINADO COM SALA DE AULA INVERTIDA: UM EXEMPLO PARA APRENDIZAGEM DE FENÔMENOS MAGNÉTICOS

*PODS CYCLE COMBINED WITH INVERTED CLASSROOM: AN EXAMPLE FOR LEARNING  
MAGNETIC PHENOMENA*

Dúlcio Joaquim António Timóteo<sup>1</sup>; Manuel Joaquim Silva de Oliveira<sup>2</sup>; Liane Margarida Rockenbach  
Tarouco<sup>3</sup>

Recebido: janeiro/2023 - Aprovado: fevereiro/2025

**RESUMO:** Este artigo apresenta os resultados de uma pesquisa sobre o uso de metodologias ativas e laboratórios, tanto reais quanto virtuais, para aprimorar o aprendizado em Física. O estudo, de natureza quali-quantitativa, foi conduzido como um caso prático que combina a estratégia da sala de aula invertida com atividades laboratoriais. A abordagem pedagógica adotada segue o Ciclo PODS (Predição, Observação, Discussão e Síntese). Participaram do estudo três grupos de estudantes do primeiro ano do curso de Medicina Veterinária, distribuídos aleatoriamente da seguinte forma: um grupo utilizou simulações, outro realizou o experimento real e o terceiro – grupo de controle – participou de uma aula tradicional do tipo elaboração conjunta. Um pré-teste foi aplicado para avaliar os conhecimentos prévios dos estudantes, revelando que os três grupos eram homogêneos nesse aspecto. Após a realização das atividades e a aplicação do pós-teste, os resultados indicaram que tanto o uso de simulações quanto a realização do experimento real, quando combinados com o Ciclo PODS, proporcionam uma vantagem significativa em relação à aula tradicional. Além disso, não foram identificadas diferenças estatisticamente significativas entre os alunos que realizaram o experimento real e aqueles que utilizaram simulações.

**PALAVRAS-CHAVE:** Aprendizagem de Física. Ciclo PODS. Sala de aula invertida. Atividades experimentais.

**ABSTRACT:** This article presents the results of a research on the use of active methodologies and laboratories, both real and virtual, to improve learning in Physics. The study, of a qualitative-quantitative nature, was conducted as a practical case that combines the flipped classroom strategy with laboratory activities. The pedagogical approach adopted follows the PODS Cycle (Prediction, Observation, Discussion and Synthesis). Three groups of first-year students of the Veterinary Medicine course participated in the study, randomly distributed as follows: one group used simulations, another performed the real experiment and the third – control group – participated in a traditional class of the

1 ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1765-7434>; Universidade do Rio Grande do Sul, Brasil; E-mail: [djatimoteo@gmail.com](mailto:djatimoteo@gmail.com)

2 ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1918-5351>; Universidade Pedagógica, Moçambique. E-mail: [jocasiloliveira79@gmail.com](mailto:jocasiloliveira79@gmail.com)

3 ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8436-7835>; Universidade do Rio Grande do Sul, Brasil. E-mail: [liane@penta.ufrgs.br](mailto:liane@penta.ufrgs.br)





joint elaboration type. A pre-test was applied to assess the students' previous knowledge, revealing that the three groups were homogeneous in this aspect. After the activities and the application of the post-test, the results indicated that both the use of simulations and the realization of the real experiment, when combined with the PODS Cycle, provide a significant advantage over the traditional class. In addition, no statistically significant differences were identified between the students who performed the actual experiment and those who used simulations.

**KEYWORDS:** Physics Learning. PODS cycle. Inverted classroom. Experimental activities.

## 1 Introdução

Há em curso um esforço coletivo para aprimorar a qualidade do ensino e aprendizagem nas escolas em todos os níveis. Professores buscam estratégias que melhorem o processo de aquisição de conhecimento bem como o uso deste conhecimento. O avanço e popularização da tecnologia no cenário educacional oferece novas possibilidades para delinear atividades educacionais que sejam capazes de motivar e engajar os estudantes no processo de ensino e aprendizagem, em decorrência da natural apreciação dos nativos digitais<sup>4</sup>, que atualmente constituem a população estudantil. Constata-se um esforço para disponibilizar recursos de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) nas escolas, em todos os níveis. Todavia, há um processo de alfabetização e fluência digital que precisa alcançar o corpo docente como um todo para que possam delinear sua própria atividade docente envolvendo e aproveitando todos os recursos disponíveis com vistas a tornar o processo ensino-aprendizagem mais eficaz.

A tecnologia permite incluir no processo educacional situações que estariam fora do alcance naquele contexto, seja por questões de custo, segurança pessoal ou ambiental, bem como por impedimento legal. Como exemplo, podemos citar o trabalho de Tiellet *et. al.* (2008), que demonstra a possibilidade de usar hipervídeo<sup>5</sup> para formar cirurgiões veterinários sem usar animais como cobaia, o que é atualmente regulamentado por lei<sup>6</sup>. Guaita e Gonçalves (2022) apontam a vantagem do uso de TIC como uma solução para a realização de experimentos virtuais, com ou sem a experimentação remota, os quais constituem alternativas para superação dos obstáculos à experimentação presencial, tais como situações de periculosidade ou que demandem muito tempo.

Uma estratégia frequentemente no ensino tradicional utilizada consiste em aulas expositivas, nas quais o professor apresenta os conteúdos a serem abordados. Essa forma de aprendizagem é conhecida como passiva, pois o aluno fica parado só escutando e, opcionalmente, tomando notas. O aluno depende totalmente do professor e do ritmo da aula comandada pelo docente, já que ele é o protagonista para que a aprendizagem do aluno ocorra. Para diminuir a passividade do aluno envolvendo-o e tornando-o mais ativo (participativo) o docente por vezes propõe alguns exercícios para que o aluno coloque em

4 Nativos digitais - Expressão cunhada pelo educador e pesquisador Marc Prensky (2001) para descrever a geração de jovens nascidos a partir da disponibilidade de informações rápidas e acessíveis na grande rede de computadores

5 Vídeo interativo com quebra de sua sequencialidade conforme os conhecimentos prévios dos alunos.

6 LEI Nº 11.794, DE 8 DE OUTUBRO DE 2008 - Regulamenta o inciso VII do § 1º do art. 225 da Constituição Federal, estabelecendo procedimentos para o uso científico de animais.



prática os conceitos expostos. Conforme exposto por Piffero et all (2020) “para que a aprendizagem seja significativa, é importante que metodologias ativas sejam utilizadas nas aulas remotas, fazendo com que o aluno seja o centro do ensino, agindo e refletindo suas ações”. Esta prática de centrar o processo de ensino-aprendizagem mais no aluno é conhecida como aprendizagem ativa. Segundo autores Horn, Staker e Christensen (2015), Bacich e Moran (2015), o ensino híbrido abrange diferentes modelos pedagógicos, cada um oferecendo abordagens específicas para integrar atividades presenciais e online tais como:

- No modelo **Rotação por Estações**, os alunos alternam entre diferentes estações de aprendizado, que podem incluir atividades online, exercícios em grupo, e instrução direta do professor. Cada estação é projetada para abordar aspectos específicos do conteúdo, permitindo uma experiência diversificada e dinâmica (OLIVEIRA e LEITE, 2021);
- No modelo **Laboratório Rotacional**, os alunos participam de aulas presenciais em uma sala de aula convencional, mas também têm horários dedicados para trabalhar em um laboratório de informática ou outro ambiente equipado com tecnologia. Isso possibilita o acesso a recursos online e ferramentas digitais para complementar o aprendizado presencial (FLORIANO e GOMES, 2023);
- O modelo **Rotação Individual** permite uma personalização maior, onde cada aluno segue um roteiro de atividades adaptado às suas necessidades individuais. O roteiro pode incluir uma combinação de instrução direta, atividades online e outras tarefas, garantindo que cada estudante avance no seu próprio ritmo (BELLOTTO e PETRY 2024), e;
- No formato **Sala de Aula Invertida**, os alunos exploram o conteúdo principal de forma independente, geralmente por meio de vídeos ou materiais online, antes das aulas presenciais. O tempo em sala de aula é então utilizado para discussões, esclarecimento de dúvidas e atividades práticas, proporcionando uma interação mais rica e focada na aplicação do conhecimento (BERGMANN e SAMS, 2012)

A Sala de Aula Invertida, aplicada nesta pesquisa, vem recebendo o foco de muitas publicações (HORN, STAKER e CHRISTENSEN, 2015; VALENTE, 2014; PAVANELO, 2017; OLIVEIRA, 2016; SCHNEIDERS, 2018; DE MORAIS, 2020; DOS SANTOS OLIVEIRA, 2020).

Correia (2022) defende o ensino de Ciências por investigação, “definido como uma forma de ensinar conteúdos científicos a partir de processos investigativos, em que o educador cria condições fora da sala de aula para em sala de aula os alunos pensarem”. Esta nova estratégia pedagógica está gradualmente sendo adotada visando tornar os alunos mais autônomos. O apoio da tecnologia é fator de alavancagem desta mudança estratégica e os recursos de TIC disponíveis facilitam o novo papel do estudante por disponibilizarem recursos de informação e serviços que facilitam a autoria, individual ou colaborativa. Nesta direção, pode ser citado o trabalho de Menuzzi (2017), que disponibiliza recursos digitais tais como vídeos, fóruns, *wikis*, *quizzes*, documentos e vídeo-aulas para seus alunos trabalharem de forma autônoma e, assim, tornando o aluno mais ativo com a responsabilidade de explorar os referidos recursos com o seu



tempo disponível e seu próprio ritmo. Esta prática reforça a autonomia e aumenta o protagonismo do aluno em seu próprio processo de aprendizagem.

O presente relato de experiência, descreve uma iniciativa no sentido de proporcionar algumas alternativas para desenvolver uma unidade de ensino e aprendizagem em Eletromagnetismo comparando os resultados observados em diferentes abordagens. As abordagens envolveram o uso de um laboratório tradicional e o uso de um simulador para estudar fenômenos magnéticos utilizando o modelo de sala de aula invertida combinada com Ciclo PODS - Predição, Observação, Discussão e Síntese (Prediction, Observation, Discussion and Synthesis), proposto por pesquisadores da área de ensino de Física (SOKOLOFF et al, 2004). Segundo estes autores, na estratégia de aprendizagem PODS, os estudantes são levados a construir seu conhecimento dos conceitos de Física por observação direta do mundo físico.

O objetivo desta investigação foi verificar se as atividades experimentais acompanhadas de tais práticas pedagógicas, têm ou não melhor impacto sobre a aprendizagem dos alunos, quando comparadas com aulas tradicionais para estudantes do primeiro ano do curso de Medicina Veterinária.

O restante deste artigo apresenta, na seção 2, alguns trabalhos correlatos, na seção 3, conceitos de metodologias ativas e na seção 4, a aprendizagem ativa em Física usando a estratégia PODS. A seção 5 descreve o experimento de Faraday realizado. A seção 6 detalha os procedimentos metodológicos. A seção 7 apresenta as considerações finais sobre o experimento realizado e seus resultados.

## 2 Trabalhos correlatos

Os recentes avanços em tecnologias virtuais, medição remota, sistemas distribuídos e ambientes educacionais interativos transformaram significativamente a abordagem tradicional de ensino e a prática experimental em todos os níveis educacionais, desde o ensino técnico e médio até os cursos de graduação (TOMIC, 2012).

A pesquisa de Guillermo (2016), teve como objetivo o desenvolvimento de um Laboratório Virtual de Aprendizagem (LVA) - Hidrolândia e a avaliação do seu impacto em termos de aprendizagem. Foi aplicado em disciplinas de Mecânica dos Fluidos e Hidráulica, na graduação de cursos de Engenharia, no Instituto de Pesquisas Hidráulicas – IPH, da UFRGS, onde também existe laboratório experimental real de hidráulica, comprovando que o uso de experimentos virtuais por simulação contribui com ganhos significativos na aprendizagem quando combinados com experimentos reais.

Os autores Santos e Dickman (2019) apontam problemas no ensino de Física na Educação Básica, pelo fato de as aulas serem ministradas sem a realização de práticas em laboratório ou o uso de tecnologias no ensino. Segundo Santos e Dickman (2019), esses fatores contribuem para deixar a Física desestimulante e sem sentido para os estudantes, criando altos índices de reprovação. No seu trabalho, foram testadas quatro estratégias diferentes com alunos do terceiro ano do ensino médio, as quais tinham como objetivo identificar qual seria mais efetiva para ensinar circuitos elétricos e a Lei de Ohm. Cada estratégia foi caracterizada por uma sequência específica de abordagem, tais como aulas expositivas,



simulações computacionais ou atividades experimentais, para discutir o tópico. Os resultados indicam que a abordagem experimental, seja virtual ou real, apresenta uma vantagem significativa sobre as aulas teóricas, reforçando a importância da utilização de atividades experimentais.

A pesquisa de Herpich (2019) teve como objetivo apresentar o potencial da realidade aumentada para o desenvolvimento da habilidade de visualização espacial, com destaque a aprendizagem de Física. Para tanto, foram desenvolvidos recursos multimídia no formato de simulações tridimensionais em um aplicativo móvel de realidade aumentada, buscando oportunizar interações com fenômenos físicos. Foi realizado um estudo quasi-experimental com estudantes da educação básica (ensino fundamental e ensino médio), que realizaram pré e pós-teste de habilidade de visualização espacial para avaliar a intervenção com o aplicativo (AVATAR UFRGS) e o uso dos seus recursos educacionais aumentados. Para embasar a relevância educacional, professores em formação foram consultados, afirmando a utilidade pedagógica e possibilidades de interações, validação de hipóteses, experiências de aprendizagem autênticas e fidedignas ao mundo real. Também foram analisadas as percepções dos estudantes, obtendo uma avaliação positiva quanto aos recursos educacionais aumentados para a aprendizagem de Física. A partir da análise dos resultados, foi possível constatar os benefícios práticos das interações realizadas pelos estudantes com o aplicativo, ao se observar que a interação com os recursos educacionais aumentados tem correlação com o desenvolvimento da habilidade de visualização espacial e com a aprendizagem de Física.

Os resultados dos estudos apresentados por Guillermo (2016), Santos e Dickman (2019) e Herpich (2019) mostram indícios fortes de que o uso de simuladores impacta positivamente na aprendizagem dos alunos. O presente estudo buscou avaliar se o uso do Ciclo PODS, combinado com a sala de aula invertida e baseado em aulas experimentais sejam elas por meio de experimentos reais ou virtuais, pode impactar a aprendizagem dos alunos em comparação com o método tradicional totalmente expositivo.

### 3 Metodologias Ativas de Aprendizagem

Metodologias Ativas de Aprendizagem são alternativas pedagógicas com o foco do Processo Ensino e Aprendizagem nos alunos, tendo este um papel fundamental na construção do seu conhecimento por descoberta, investigação ou resolução de problemas. O professor por sua vez desempenha o papel de mediador ou facilitador do processo.

Pesquisas da ciência cognitiva sugerem que os alunos devem fazer algo mais do que simplesmente ouvir, para ter uma aprendizagem efetiva (MEYERS e JONES, 1993). Assim, pode-se usar como estratégia a sala de aula invertida, demandando atividades extraclasse aos alunos como forma de preparar uma aula presencial mais ativa.

Conforme (HORN, STAKER e CHRISTENSEN, 2015), entende-se por sala de aula invertida um curso ou uma disciplina em que os estudantes têm ensino online fora da sala de aula, em lugar da lição de casa tradicional, e, então, frequentam a escola física para práticas ou projetos orientados por um professor que passa a orientar os conteúdos já estudados, realizando atividades práticas como resolução



de problemas e projetos, discussão em grupo, laboratórios etc. A principal forma de fornecimento de conteúdo e de ensino é online.

A inversão ocorre uma vez que no ensino tradicional a sala de aula serve para o docente transmitir informação para o aluno que, após a aula, deve estudar o material que foi transmitido e realizar alguma atividade de avaliação para mostrar que esse material foi assimilado. Na abordagem da sala de aula invertida, o aluno estuda antes da aula e a aula se torna o lugar de aprendizagem ativa, onde há perguntas, discussões e atividades práticas. O professor trabalha as dificuldades dos alunos, ao invés de apresentações sobre o conteúdo da disciplina (EDUCAUSE, 2012). Na sala de aula invertida, o aluno tem acesso antecipado dos conteúdos que podem estar em diversos formatos, como texto, imagens, vídeos, simuladores etc. Deste modo, o aluno se prepara com materiais potencialmente significativos (MOREIRA, 2012).

### 3.1 Aprendizagem Ativa em Física

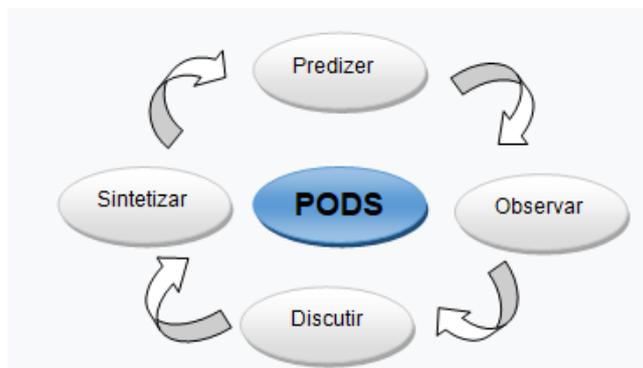
O ensino tradicional tem sido associado ao baixo desempenho dos alunos em Física, evidenciando desafios significativos no estudo dessa área do conhecimento (MORAES, 2009; MARQUES, 2011; HOFFMANN, 2017). Segundo Moreira (2021), cada vez mais, há evidências de que os alunos não aprendem a disciplina de Física significativamente, mas memorizam mecanicamente fórmulas, definições, respostas certas, para serem reproduzidas nas provas e conseqüentemente logo depois são esquecidas.

Uma maneira de contornar esta situação é recorrendo à Aprendizagem Ativa em Física. Isto pode ser alcançado mediante o uso de metodologias ativas, em que, durante a aprendizagem, os alunos participam ativamente do processo, ao invés de apenas escutar de modo passivo (STUDART, 2019). Este autor destaca a importância de incorporarem atividades em sala de aula e/ou atividades no laboratório que exijam que todos os alunos manifestem seus pensamentos por meio do falar, do escrever ou de outras ações que vão além do ouvir ou do anotar.

Mill (2021) destaca que a noção de aprendizagem ativa se refere a um conjunto de práticas pedagógicas que consideram o estudante como protagonista do próprio processo de construção do conhecimento, que se desenvolve de modo mais autônomo, participativo, colaborativo e ativo. Dentre as práticas utilizadas podem-se citar: aprendizagem entre pares, Aprendizagem Baseada em Problemas, Aprendizagem Baseada em Projetos, resolução colaborativa de exercícios. Sokoloff et al., (2004), propuseram como estratégia de Aprendizagem Ativa em Física um conjunto de estratégias e metodologias em que os alunos são orientados a construir seu conhecimento dos conceitos de Física por observação direta do mundo físico. Este tipo de aprendizagem pode ser baseado no ciclo conhecido por PODS - Predizer, Observar, Discutir, Sintetizar (Figura 1) proposto por estes autores e que é baseado em previsões, discussões em pequenos grupos, observações e comparações de resultados observados com as previsões.



Figura 1 – Ciclo PODS



Adaptado do Sokoloff et al. (2004)

A estratégia PODS inicia com um ciclo de aprendizagem incluindo previsões (predição ou prognóstico), discussões em pequenos grupos, observações e comparações de resultados observados com as previsões. A estratégia envolve a utilização do modelo de Sala de Aula Invertida como forma de assegurar que o aluno vá para a fase de atividade em sala de aulas com conhecimento prévio necessário.

O ciclo PODS contempla as seguintes etapas:

- O professor faz perguntas prévias para que pequenas equipes de alunos (3 a 4) possam trabalhá-las durante o estágio anterior à observação dos fenômenos;
- São utilizadas ferramentas tecnológicas, como o uso de vídeos e software de simulação para a observação dos fenômenos. Assim, se confronta os resultados esperados ou “Predições” dos alunos, com os resultados da experiência (ou simulação);
- Alunos discutem suas previsões com seus outros colegas de classe;
- Sob a orientação do professor, os alunos fazem a síntese com base nas observações e discussões feitas anteriormente.

A seção seguinte descreve o experimento trabalhado no estudo de caso envolvendo o uso de metodologia ativa no ensino de Física.

## 4 Experimento de Faraday

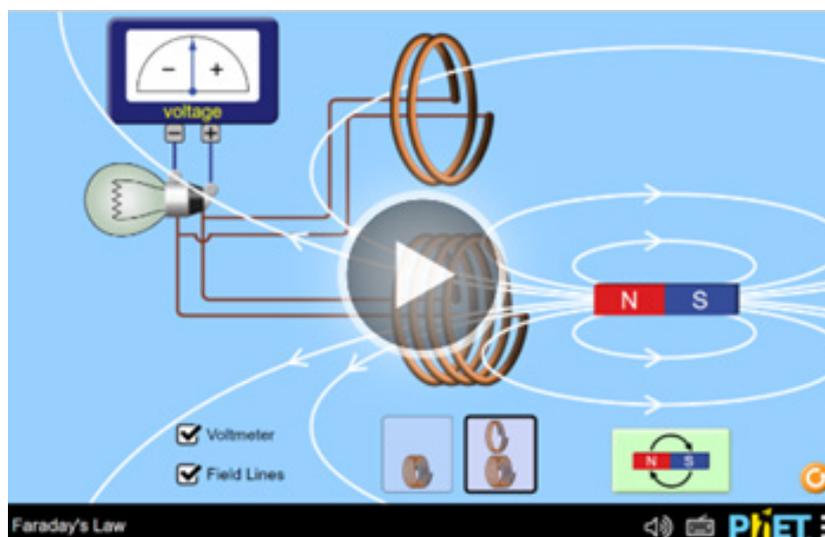
O campo conceitual selecionado envolveu a área de indução magnética e como atividade de laboratório foi realizado o experimento de Faraday. Em 1831, Faraday observou que o movimento de um ímã nas proximidades de uma bobina condutora provocava o aparecimento de uma corrente na bobina. Se surge uma corrente na bobina, é porque existe uma força eletromotriz (fem) responsável por ela. Essa fem é denominada fem induzida.

No experimento feito por Faraday (Figura 2) para demonstrar a indução magnética, aproxima-se um ímã de uma espira condutora conectada a um amperímetro. O movimento do ímã causa uma variação



de fluxo magnético através da espira, e o ponteiro do amperímetro deflete, demonstrando a existência de corrente elétrica através da espira.

Figura 2 – Experimento de Faraday



Fonte: PHET

A partir de seus experimentos, Faraday concluiu que, sempre que houver uma variação no fluxo magnético através de um condutor, será induzida uma força eletromotriz ( $\epsilon$ ). Com base nessa descoberta, ele formulou a seguinte lei: A força eletromotriz induzida ( $\epsilon$ ) é diretamente proporcional à variação do fluxo magnético ( $\Delta\Phi$ ) e inversamente proporcional ao intervalo de tempo ( $\Delta t$ ) em que essa variação ocorre. Dessa forma, a Lei da Indução de Faraday pode ser enunciada para situações em que uma força eletromotriz é induzida em uma espira apenas quando há variação no número de linhas de campo magnético que a atravessam.

É importante enfatizar que, conforme a lei de Faraday, o número de linhas de campo que atravessam a espira não importa; os valores da força eletromotriz e da corrente induzida são determinados pela taxa de variação desse número (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016, p. 569). Matematicamente, essa lei pode ser expressa pela equação:  $\epsilon = - d\Phi/dt$ .

## 5 Procedimentos metodológicos

Neste trabalho foram organizados trajetos de estudo com atividades experimentais reais e simuladas, acompanhadas pelo Ciclo PODS e pela prática pedagógica de sala de aula invertida, para a promoção da aprendizagem da Lei de Faraday. Os resultados da execução desses trajetos compõem a Trajetória da Aprendizagem. De acordo com Oliveira et al. (2014), Trajetórias de Aprendizagem descrevem os caminhos trilhados por estudantes quando interagem em um ambiente virtual de aprendizagem.

Ramos et al. (2015) definem Trajetórias de Aprendizagem ou Trilhas de Aprendizagem como sequências de conteúdo e atividades definidas pelo professor, ao planejar sua disciplina e, posteriormente,



disponibilizá-la no ambiente virtual; ou é aquela percorrida pelo aluno, durante a sua interação com recursos disponibilizados no ambiente virtual de aprendizagem, também referenciadas como: caminhos de aprendizagem, percurso de aprendizagem e em língua inglesa: learning path, learning route, learning itineraries.

Já Canto et al. (2014) conceituam Trajetórias de Aprendizagem como uma “metáfora que considera o objeto de aprendizagem similar a um caminho que conecta conceitos: o ponto de partida é um conjunto de conceitos e proposições presumidamente conhecidos pelo estudante e o ponto de chegada é o conjunto de conceitos e proposições relacionados aos objetivos educacionais”.

O estudo relatado no presente artigo, contou com a participação de 74 alunos do primeiro ano do curso de Medicina Veterinária, organizados previamente pela direção da instituição e distribuídos aleatoriamente em três grupos. O grupo 1 (24 alunos) realizou uma atividade experimental simulada utilizando o simulador PhET<sup>7</sup>; o grupo 2 (24 alunos) executou o mesmo experimento em um laboratório real, utilizando bobinas, ímãs e um aparelho de medição de corrente de alta precisão; e o grupo 3 (26 alunos — controle) participou apenas de uma aula expositiva tradicional no formato de elaboração conjunta. Todas as atividades foram conduzidas pelo professor da disciplina. A Tabela 1 apresenta um resumo das atividades realizadas por cada grupo.

O objetivo da pesquisa foi avaliar se as atividades experimentais, aliadas às práticas pedagógicas adotadas, geram um impacto superior na aprendizagem dos alunos em comparação com aqueles expostos apenas a aulas tradicionais do tipo elaboração conjunta. Além disso, buscou-se identificar diferenças significativas no aprendizado entre os estudantes que realizaram experimentos com equipamentos reais e aqueles que utilizaram simulações computacionais, analisando tanto comparações diretas entre os grupos quanto interações nos resultados obtidos.

A prática pedagógica incluiu a aplicação de um pré-teste, com o intuito de avaliar a presença de conhecimentos prévios, e um pós-teste, para verificar a evolução conceitual dos alunos. Cabe mencionar que, tanto o pré-teste quanto o pós-teste foram compostos por um questionário de oito questões de múltipla escolha e similares. Os resultados dessas questões foram utilizados para verificar se houve diferença no número de acertos antes e depois da intervenção e se havia diferença significativa entre os grupos. A sequência pedagógica é apresentada no Quadro 1 a seguir.

Quadro 1– Desenho de experimento

Grupo	SAI	Avaliação	Intervenção	Avaliação
Atividade Experimental Simulada	Aplicada	Pré-teste	Estratégia PODS auxiliada com Simulador	Pós-teste
Atividade Experimental em Laboratório Tradicional	Aplicada	Pré-teste	Estratégia PODS auxiliada com Laboratório Tradicional	Pós-teste
Aula Tradicional	Aplicada	Pré-teste	Elaboração Conjunta	Pós-teste

Fonte: Os autores

7 O Physics Educacional Technology (PhET) é uma plataforma digital gratuita, de código fonte aberto e que disponibiliza simuladores virtuais interativos em Ciências



Para o grupo que trabalhou com estratégia de aula tradicional, a atividade em sala de aula invertida foi realizada com o apoio de texto que serviu como estratégia para promover a criação de conhecimento prévio necessário para a aprendizagem dos fenômenos magnéticos, denominado subsunçor<sup>8</sup> conforme Ausubel e Novak (1980). Durante a atividade em sala de aula foram realizadas discussões sobre o conteúdo exposto no texto que compunham uma explanação sobre o fenômeno. O professor apresentava aos alunos questões relacionadas com o texto e que pedissem explicações sobre possíveis resultados em caso de alteração das variáveis que regiam o comportamento do fenômeno descrito no texto.

As turmas de atividade experimental receberam um texto relacionado ao tema, mas não diretamente ao fenômeno estudado. A estratégia PODS (Previsão, Observação, Discussão e Síntese) foi aplicada para ambos os grupos, incentivando os alunos a construir conhecimento por meio da observação de fenômenos físicos em um recurso de aprendizagem. A metodologia inclui previsões, discussões em grupos, observações e comparações entre resultados e previsões, promovendo a superação de pré-conceitos em favor de leis cientificamente aceitas. Esse método estimula debates e compartilhamento de ideias, favorecendo um aprendizado colaborativo e qualitativo. As etapas da atividade foram realizadas conforme descrito.

Foram propostas perguntas prévias para que os alunos pudessem trabalhá-las, em pequenos grupos e fazer as suas previsões neste estágio, anterior ao da observação dos fenômenos. As perguntas visaram suscitar reflexões prévias e/ou previsões sobre o que seria observado durante o experimento e envolveram questões como:

- O que acontece numa bobina quando movimentamos um ímã através dela?
- O que acontece quando mantemos em repouso o ímã no centro da bobina?

A seguir foram realizados os experimentos da Lei de Faraday e Lei de Lenz, em duas modalidades: usando equipamentos reais e usando simulação. Assim se confrontou os resultados esperados ou “previsões” dos alunos, com os resultados da experiência (ou simulação). Foram usados pré e pós teste para avaliação da aprendizagem.

Um detalhamento das etapas realizadas, com base na proposta metodológica denominada Aula de Demonstração Interativa (ADI, em inglês Interactive Lecture Demonstration) de Sokoloff et. al. (2004) é apresentado na Tabela 2. A tarefa 1 foi realizada pelo professor (apresentação da temática). Os alunos então trabalharam individualmente registrando suas previsões (início do ciclo de PODS). A atividade em grupo (tarefa 3) levou à socialização destas previsões e a eventuais ajustes derivados das interações com os colegas no grupo. Na tarefa 4 o professor sintetizou estas previsões e os alunos refizeram suas previsões (tarefa 5). É então realizada a atividade experimental (tarefa 6 na metodologia ADI e etapa de observar no ciclo PODS). A seguir vem a tarefa 7 da metodologia ADI (etapa de discussão no ciclo PODS). A síntese prevista no ciclo PODS é realizada juntamente com a tarefa 8 da metodologia ADI. Nesta etapa é feita uma síntese de tudo o que foi previsto, observado e concluído. O professor debate com os alunos o uso dos conceitos observados em outros contextos.

8 Subsunçor - Os subsunçores são conhecimentos que já existem na estrutura cognitiva de uma pessoa e que permitem dar significado a novos conhecimentos.



Tabela 2– Metodologia ADI em oito passos

Ordem	Tarefa	Descrição
1	Introdução	Apresentação da temática pelo professor, com uma descrição detalhada do experimento de demonstração, sem a realização do experimento, apresentando questões relacionadas aos conceitos da Lei de Faraday.
2	Registros das previsões iniciais	Os alunos registraram suas previsões individuais sobre as questões formuladas pelo professor em uma folha de previsão.
3	Discussão em grupo	Divididos em pequenos grupos (4 alunos por grupo), fizeram discussões comparando as suas previsões sobre o experimento a ser realizado.
4	Socialização	O professor apresentou, resumidamente, as previsões comuns dos alunos à sala, sem interferir no raciocínio dos alunos.
5	Registro final	Os alunos realizam o registro final de suas previsões em uma nova folha de previsão, a partir da discussão realizada.
6	Demonstração	Realizou-se a demonstração observando-se os fenômenos apresentados no experimento realizado. A demonstração foi repetida de acordo com o interesse dos alunos para elucidar os diferentes aspectos da questão.
7	Discussão dos resultados	Os alunos descreveram o que foi observado, analisaram e discutiram os resultados, no contexto do experimento realizado. A seguir preencheram uma Ficha de Resultado de Demonstração, com as suas observações, sobre a demonstração experimental.
8	Aplicação	O professor discutiu, situações análogas e aplicações da demonstração realizada em diferentes configurações experimentais e contextos de aplicação.

Fonte: Os autores

## 6 Análise e discussão dos resultados

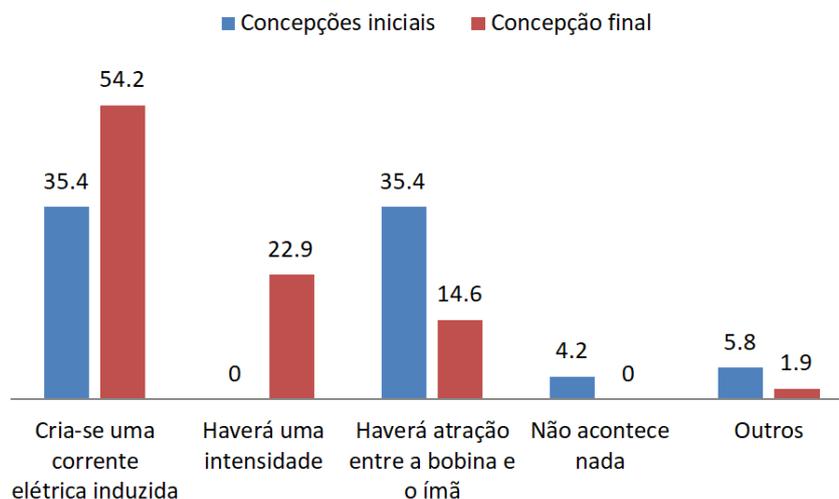
Este artigo apresenta e discute resultados quali e quantitativos. No que tange aos resultados qualitativos em relação à aplicação do Ciclo PODS com os experimentos simulado e real, foram verificadas e analisadas as concepções iniciais e finais dos alunos. A análise quantitativa envolveu o uso de testes com o propósito de medir a diferença de aprendizagem entre os grupos, antes e depois da realização da atividade.

### 6.1 Análise qualitativa

Para responder à questão de fundo da pesquisa realizada pelos alunos (o que acontece sobre uma bobina em um circuito quando variamos o fluxo magnético através de um ímã?), foi feita análise qualitativa das respostas abertas apresentadas pelos alunos. Se tratando de um grupo relativamente grande para este tipo de análise, as suas respostas foram categorizadas em cinco grupos conforme apresentado no Gráfico 1. Vale ressaltar que os resultados aqui apresentados incluem todos os alunos que participaram do experimento, tanto na versão virtual quanto na real.



Gráfico 1 – Porcentagem de alunos a cada categoria das respostas do Ciclo PODS



Fonte: Os autores.

O Gráfico 1 demonstra a mudança na compreensão dos alunos sobre um experimento relacionado às Leis de Faraday e Lenz, comparando suas respostas antes e depois da observação prática na estratégia PODS. Inicialmente, 35,4% dos alunos acreditavam que o experimento resultaria na geração de uma corrente elétrica induzida. Após a experiência, esse percentual aumentou para 54,2%, indicando que a prática e a discussão foram eficazes para o aprendizado.

Um ponto interessante é na resposta “Haverá uma intensidade”. Inicialmente, nenhum aluno apresentou essa resposta, no entanto após o experimento, 22,9% passaram a utilizá-la. Essa mudança sugere que os alunos podem ter desenvolvido um entendimento de que algo relacionado à eletricidade é gerado, mas ainda não dominam o conceito preciso de corrente elétrica, confundindo-o com “intensidade”.

É uma ocorrência comum os alunos usarem intensidade e corrente elétrica como sendo a mesma coisa. Mas, segundo Faria e Silva (2020), intensidade é qualidade do que é intenso enquanto corrente elétrica é o fluxo de carga elétrica que passa por um dado ponto de um circuito elétrico. Existe uma explicação para essa concepção alternativa? Quando se introduz a eletrodinâmica, um dos primeiros conceitos a serem definidos é a corrente elétrica e a expressão matemática para o cálculo da sua intensidade, ou seja, intensidade da corrente elétrica que é expressa pela fórmula  $I = dQ/dt$ . Como forma de simplificar a expressão intensidade da corrente elétrica, muitos alunos acabam dizendo intensidade se referindo à corrente elétrica.

Houve uma mudança conceitual na resposta “Haverá atração entre a bobina e o ímã”, mencionada por 35,4% dos alunos na predição e reduzida para apenas 14,6% após o experimento. Essa mudança sugere que a atividade prática ajudou alguns alunos a diferenciarem a força magnética da corrente elétrica induzida. Uma possível explicação para essa interpretação inicial pode estar no fato de os alunos já saberem que um ímã é um material capaz de atrair certos tipos de metais, levando-os a associar esse fenômeno diretamente ao experimento.



A resposta “Não acontece nada” também apresentou uma diminuição significativa, caindo de 4,2% para 0%. Isso indica que o experimento foi eficaz em demonstrar que a movimentação do ímã gera algum efeito elétrico. Esta concepção está associada à ideia de que a corrente elétrica só poderá surgir se o circuito estiver ligado a uma fonte de tensão como uma bateria ou pilha. Depois do experimento esses alunos mudaram a sua concepção inicial. As demais respostas, classificadas como “Outros”, também diminuíram após o experimento, de 5,8% para 1,9%.

Os resultados do Ciclo PODS, revelaram avanços significativos na compreensão dos alunos sobre as Leis de Faraday e Lenz. A análise qualitativa das concepções iniciais e finais demonstrou que a aplicação do ciclo PODS foi eficaz em modificar as ideias prévias dos alunos, levando-os a construir um entendimento mais preciso sobre o fenômeno da indução eletromagnética. Adicionalmente, a análise quantitativa, por meio de testes aplicados antes e depois da atividade, evidenciou um aumento significativo no aprendizado dos alunos, confirmando o impacto positivo do Ciclo PODS no desenvolvimento do conhecimento científico

## 6.2 Análise quantitativa

Com a finalidade de se verificar se existe diferença significativa entre os três grupos (o de atividade experimental simulada usando estratégia PODS, o de atividade experimental em laboratório tradicional usando a estratégia PODS e o grupo que apenas teve a aula tradicional). Foi feita uma comparação cruzada entre os grupos adotando a sequência seguinte:

**Caso 1:** Análise comparativa entre o grupo de atividade experimental simulada com a estratégia PODS e o grupo de atividade experimental em laboratório tradicional auxiliada pela estratégia PODS.

**Caso 2:** Análise comparativa entre o grupo de atividade experimental simulada com a estratégia PODS e grupo de aula tradicional.

**Caso 3:** Análise comparativa entre o grupo de atividade experimental em laboratório tradicional auxiliada pela estratégia PODS e grupo de aula tradicional.

Para isso, foi realizado o Teste t (Student)<sup>9</sup> para comparar as médias dos grupos. Contudo, considerando que se tratava de grupos distintos com variâncias desconhecidas, foi necessário, inicialmente, aplicar o Teste F<sup>10</sup> em cada caso para verificar a relação entre as variâncias dos grupos, ou seja, determinar se elas eram iguais ou diferentes. Com os resultados do Teste F, foi possível avaliar as condições iniciais dos grupos, o que permitiu a realização do Teste t levando em consideração as variâncias identificadas

Para o pré-teste e pós-teste foram usadas as seguintes hipóteses:

H<sub>0</sub>: Não existe diferença significativa entre as médias dos dois grupos.

<sup>9</sup> Teste t de Student - O teste t de Student é um teste estatístico utilizado para comparar médias e determinar se há uma diferença significativa entre dois conjuntos de dados

<sup>10</sup> Teste F - O **Teste F** é um teste estatístico utilizado para comparar duas ou mais variâncias e verificar se há uma diferença significativa entre elas.



H1: Existe diferença significativa entre as médias dos dois grupos.

**Caso 1 a)** Pré-teste do grupo de atividade experimental simulada com a estratégia PODS e o grupo de atividade experimental em laboratório tradicional auxiliada pela estratégia PODS.

O resultado do Teste-F foi de 0,035786239, que é menor ao valor de significância considerado (0,05). Concluiu-se que há diferença significativa entre as variâncias. Essa informação permitiu decidir a realização do Teste-T para duas amostras presumindo variâncias diferentes (Tabela 3).

Os resultados do Teste-T permitem aceitar H0, ou seja, P uni-caudal = 0,830583335, é maior que o valor de significância esperado (0,05), logo, não existe diferença significativa entre os resultados das médias dos dois grupos em relação ao pré-teste, ou seja, os grupos são formados conforme os conhecimentos iniciais de seus componentes.

Tabela 3 - Teste-T para o pré-teste: duas amostras presumindo variâncias equivalentes

	<b>Grupo da atividade Simulada</b>	<b>Grupo do Laboratório Tradicional</b>
	<b>Pré-teste</b>	<b>Pré-teste</b>
Média	42,4	41,0
Variância	619,047619	230,5263158
Observações	21	20
P(T=t) uni-caudal	0,415291668	

Fonte: Os autores

Caso 1b) Pós-teste do grupo de atividade experimental simulada com a estratégia PODS e o grupo de atividade experimental em laboratório tradicional auxiliada pela estratégia PODS

O resultado do Teste-F obtido foi de 0,557348608, que é um valor superior ao da significância considerado (0,05). Concluiu-se que há não diferença significativa entre as variâncias. Essa informação permitiu decidir a realização do Teste-T para duas amostras presumindo variâncias equivalentes (Tabela 4).

Os resultados do Teste-T não permitem rejeitar H0, ou seja, o valor do P uni-caudal = 0,209695465, é maior que a significância esperada (0,05), logo, não existe diferença significativa entre os resultados das médias dos dois grupos em relação ao pós-teste, ou seja, embora os alunos que realizaram a estratégia PODS com o auxílio do simulador tenham tido uma média inferior em termos numéricos em relação ao grupo do laboratório tradicional apoiado com a estratégia PODS, essa diferença não foi significativa, portanto existe um equilíbrio entre os grupos.



Tabela 4 - Teste-T para o pós-teste: duas amostras presumindo variâncias equivalentes

	<b>Grupo da atividade Simulada - Pós-teste</b>	<b>Grupo do Laboratório Tradicional - Pós-teste</b>
Média	60,4	64,3
Variância	231,6205534	298,4189723
Observações	23	23
P(T=t) uni-caudal	0,209695465	

Fonte: Os autores

### **Caso 2 a) Pré-teste do grupo de atividade experimental simulada com a estratégia PODS e o grupo da aula tradicional**

Como nos casos anteriores, realizou-se inicialmente o Teste-F para aferir as condições iniciais entre os dois grupos, o resultado obtido foi de 0,241869061. Este resultado é superior ao valor de significância (0,05), o que permitiu concluir que não existe diferença significativa entre as variâncias. Com base nessa informação, realizou-se o Teste-T para duas amostras presumindo variâncias equivalentes.

A Tabela 5 ilustra os dados do Teste-T, onde pode-se visualizar o valor do P uni-caudal = 0,343594168, que é maior que o da significância, o que permitiu concluir que não existe diferença significativa entre as médias iniciais dos dois grupos.

Tabela 5 - Teste-T para o pré-teste: duas amostras presumindo variâncias equivalentes

	<b>Grupo da Atividade Simulada Pré-teste</b>	<b>Grupo da Aula Tradicional Pré-teste</b>
Média	42,4	45,0
Variância	619,047619	378
Observações	21	26
P(T=t) uni-caudal	0,036122009	

Fonte: Os autores

### **Caso 2 b) Pós-teste do grupo de atividade experimental simulada com a estratégia PODS e o grupo da aula tradicional**

O resultado de Teste-F para estes grupos foi de 0,099137419, que é superior a 0,05. Este resultado permitiu decidir realizar o Teste-T para duas amostras presumindo variâncias equivalentes.

Conforme pode-se visualizar na Tabela 6, o resultado do P uni-caudal foi inferior a 0,05 o que permite rejeitar H<sub>0</sub>, ou seja, existe diferença significativa entre as médias dos dois grupos, sendo a média do grupo da aula simulada superior ao grupo da aula tradicional.



Tabela 6 - Teste-T para o pós-teste: duas amostras presumindo variâncias equivalentes

	<b>Grupo da Atividade Simulada - Pós-teste</b>	<b>Grupo da Aula Tradicional Pós-teste</b>
Média	60,4	50,4
Variância	231,6205534	470,6666667
Observações	23	25
P(T=t) uni-caudal	0,036122009	

Fonte: Os autores

### **Caso 3 a) Pré-teste do grupo de atividade experimental no laboratório tradicional com a estratégia PODS e o grupo da aula tradicional**

O resultado do Teste-F neste caso foi igual a 0,272075373, também superior ao valor de significância, permitindo deste modo realizar o Teste-T para as duas amostras, presumindo variâncias equivalentes.

Fazendo a leitura na tabela abaixo, pode-se verificar que as médias entre os dois grupos são supostamente iguais, pois não existe diferença significativa entre elas, uma vez que o P valor uni-caudal = 0,226075909 (Tabela 7) é superior ao da significância esperada.

Tabela 7 -Teste-T para o pré-teste: duas amostras presumindo variâncias equivalentes

	<b>Grupo de atividade experimental no Laboratório Tradicional - Pré-teste</b>	<b>Grupo da aula tradicional - Pré-teste</b>
Média	41,0	45,0
Variância	230,5263158	378
Observações	20	26
P(T=t) uni-caudal	0,226075909	

Fonte: Os autores

### **Caso 3 b) Pós-teste do grupo de atividade experimental no Laboratório Tradicional com a estratégia PODS e o grupo da aula tradicional**

Para esta análise do pós-teste entre estes dois últimos grupos também se realizou o Teste-F e obteve-se o valor 0,286581682 que é superior aos 5% esperados, correspondente ao grau de confiança de 95%, por isso as variâncias são supostamente iguais e com isso decidiu-se realizar o Teste-T para duas amostras presumindo variâncias equivalentes.

O resultado do P uni-caudal = 0,00907816 (Tabela 8) foi inferior ao da significância, o que permitiu rejeitar a hipótese nula (H0), ou seja, existe diferença significativa entre as médias dos dois grupos. Sendo a média do grupo da aula experimental em laboratório tradicional auxiliada com a estratégia PODS superior à média do grupo da aula tradicional.



Tabela 8 - Teste-T para o pós-teste: duas amostras presumindo variâncias equivalentes

	<b>Grupo de atividade experimental no Laboratório Tradicional- Pós-teste</b>	<b>Grupo da aula tradicional - Pós-teste</b>
Média	64,3	50,4
Variância	298,4189723	470,6666667
Observações	23	25
P(T=t) uni-caudal	0,00907816	

Fonte: Os autores

Os resultados estatísticos apresentados acima para o pré-teste indicam que não houve diferenças estatisticamente significativas entre os grupos Simulação e Laboratório Real ( $p = 0,415$ ) e entre Aula Tradicional e Laboratório Real ( $p = 0,226$ ). Isso sugere que os alunos possuíam níveis semelhantes de conhecimento prévio. No entanto, a comparação entre os grupos Simulação e Aula Tradicional ( $p = 0,036$ ) revelou uma diferença ligeira de 3% entre suas médias.

No pós-teste, verificaram-se diferenças significativas entre os grupos que utilizaram a abordagem experimental em comparação ao grupo que seguiu o método expositivo. O grupo que realizou a simulação e o grupo da Aula Tradicional ( $p = 0,036$ ) evidenciou um desempenho superior do primeiro, com uma diferença média de 10%. Da mesma forma, os alunos que realizaram experimentos reais em laboratório apresentaram resultados significativamente melhores do que aqueles da Aula Tradicional ( $p = 0,009$ ). Por outro lado, a comparação entre os dois grupos que participaram de aulas experimentais tanto real como simulado não revelou diferenças estatisticamente significativas entre suas médias ( $p = 0,210$ ).

Esses achados indicam que a abordagem experimental, seja por meio de simulações ou experimentação real, tem um impacto positivo na aprendizagem em comparação ao método tradicional (GUILLERMO, 2016, SANTOS e DICKMAN, 2019). Os resultados corroboram pesquisas anteriores, como as de Oliveira et al. (2014) e Ramos et al. (2015), que destacam a relevância das metodologias ativas no aumento do engajamento e na compreensão dos conceitos. Além disso, o Ciclo PODS (Predição, Observação, Discussão e Síntese) demonstrou ser um elemento fundamental na construção do conhecimento.

## Considerações Finais

Este estudo teve como objetivo avaliar a eficácia da combinação do Ciclo PODS em aulas experimentais, utilizando experimentos reais ou simulados, associada à metodologia da Sala de Aula Invertida, em comparação ao método expositivo. Para isso, foram aplicados pré e pós-testes a três grupos de alunos.

Todos os grupos receberam o mesmo material de estudo para a preparação na Sala de Aula Invertida. Posteriormente, dois desses grupos participaram de atividades baseadas no Ciclo PODS: um realizou experimentos virtuais e outro, experimentos reais em laboratório. O terceiro grupo assistiu a uma



aula fundamentada na abordagem de Elaboração Conjunta ou Conversação Didática, que promove a interação entre professor e alunos na construção de novos conhecimentos, atitudes e habilidades. Nessa metodologia, a incorporação de subsunçores pelos alunos é essencial para a aprendizagem, assim como a mobilização de experiências prévias, ainda que não sistematizadas, que sirvam como ponto de partida para a construção coletiva do conhecimento (LIBÂNEO, 1994).

Os resultados sugerem que a combinação do Ciclo PODS com a Sala de Aula Invertida melhora significativamente a compreensão conceitual dos alunos em relação ao ensino tradicional. A abordagem experimental, independentemente do formato (real ou simulado), proporcionou ganhos expressivos na aprendizagem. A inter-relação dessas metodologias se destaca pela complementaridade: enquanto a Sala de Aula Invertida estabelece um alicerce teórico sólido para o início do ciclo de aprendizagem, o Ciclo PODS estrutura e direciona a construção do conhecimento por meio da interação com a realidade experimental.

Esses resultados reforçam a necessidade de expandir o uso de metodologias ativas na educação em Ciências, promovendo maior engajamento e compreensão dos fenômenos físicos pelos estudantes. Além disso, a adoção combinada dessas abordagens favorece a autonomia dos alunos, permitindo o desenvolvimento de habilidades essenciais, como pensamento crítico e resolução de problemas, características fundamentais para uma aprendizagem profunda e significativa.

Dessa forma, destaca-se a importância de incorporar estratégias que estimulem a participação ativa dos alunos, em contraste com abordagens tradicionais baseadas na transmissão passiva do conhecimento. A integração de laboratórios virtuais e reais, aliada a metodologias estruturadas como o Ciclo PODS, configura-se como um caminho eficaz para otimizar a aprendizagem em disciplinas científicas.

## Referências

AUSUBEL, David Paul; NOVAK, Joseph D.; HANESIAN, Helen. **Psicologia educacional**. Interamericana, 1980.

BACICH, Lilian; MORAN, José. Aprender e ensinar com foco na educação híbrida. *Revista Pátio*, 2015, vol. 17, no 25, p. 45-47.

BELLOTTO, Vanessa Boscari; PETRY, Vitor Jose. Combinação das metodologias ativas da sala de aula invertida e da rotação individual com características híbridas para o desenvolvimento da autonomia dos educandos. *VIDYA*, 2024, vol. 44, no 1, p. 19-39.

Bergmann J. e Sams, A. **Flip Your Classroom: Reach Every Student in Every Class Every Day**. USA. International Society for Technology in Education. 2012

CANTO FILHO, Alberto Bastos et al. PBTA-Projeto baseado em trajetórias de aprendizagem. **RENOTE - Revista Novas Tecnologias na Educação**. v. 12. n. 1. 2014.

CORRÊA ALMEIDA W. N. & DA SILVA MALHEIRO. J. M. Pressupostos teóricos e diferentes



abordagens do ensino de ciências por investigação. **Ensino De Ciências E Tecnologia Em Revista – ENCITEC**, 12(2), 71-83. 2022. Disponível em <https://doi.org/10.31512/encitec.v12i2.803>

DE MORAIS, A. P. M.; SOUZA, P. F. Formação docente continuada: ensino híbrido e sala de aula invertida como recurso metodológico para o aprimoramento do profissional de educação. **Devir Educação**. p. 10-32, 2020.

DE OLIVEIRA, José Eudes da Silva; LEITE, Bruno Silva. Ensino híbrido gamificado na química: o modelo de rotação por estações no ensino de radioatividade. **Experiências em Ensino de Ciências**. 2021, vol. 16. no 1, p. 277-298.

DOS SANTOS OLIVEIRA, J. L. et al. Sala de aula 4.0-Uma proposta de ensino remoto baseado em sala de aula invertida, gamification e PBL. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 28, p. 909-933, 2020.

EDUCAUSE, Things you should know about flipped classrooms. 2012.

GUAITA, Renata Isabelle; GONÇALVES, Fábio Peres. Experimentação articulada às tecnologias digitais de informação e comunicação: problematizações de conhecimentos na formação de professores de Química. **Química Nova**, v. 45, p. 474-483, 2022.

GUILLERMO, O. E. P. **Uso de laboratórios virtuais de aprendizagem em mecânica dos fluidos e hidráulica na engenharia**. 2016. Tese (Doutorado em Informática na Educação), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de Física**, Vol. 3: Eletromagnetismo. 10ª edição. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2016.

HERPICH, Fabrício. Recursos educacionais em realidade aumentada para o desenvolvimento da habilidade de visualização espacial em física. 2019. 207 f. Tese (Doutorado em Informática na Educação) – Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2019.

HOFFMANN, Jairo Luiz. O panorama de uso da experimentação no Ensino da Física em municípios da região Oeste do Paraná: uma análise dos desafios e das possibilidades. 2017. 198 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2017.

HORN, M. B.; STAKER, H.; CHRISTENSEN, C. **Blended: usando a inovação disruptiva para aprimorar a educação**. Penso Editora, 2015. [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/faradays-law](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/faradays-law) Acesso em: 31 de janeiro. de 2025.

LIBÂNEO, J. C. Didática: teoria da instrução e do ensino, 1994.

MARQUES, Evaldo Cunha. As dificuldades na aprendizagem da física no primeiro ano do ensino médio da Escola Estadual de ensino fundamental e médio Osvaldo Cruz. **Monografia, UVA, Sobral, CE**, 2011



MENUZZI, C.; MARCELO, B. G. A.: Sala de aula invertida: Avanços na Aprendizagem na Percepção do Professor, 2017.

MEYERS, C.; JONES, T. B. **Promoting active learning**. San Francisco: Jossey-Bass, 1993.

MILL, D. Aprendizagem ativa e significativa na cultura digital. In: MILL, D. SANTIAGO, G. Luzes sobre a Aprendizagem ativa e significativa: proposições para estratégias pedagógicas na cultura digital. UFSCar. São Carlos, 2021

MORAES, José Uibson Pereira. A visão dos alunos sobre o ensino de física: um estudo de caso. **Scientia Plena**, v. 5, n. 11, 2009.

MOREIRA, Marco Antonio. Desafios no ensino da física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 43, 2021.

MOREIRA, Marco Antonio. O que é afinal aprendizagem significativa? **Quriculum**, n. 25, p. 29-56, 2012.

OLIVEIRA, J. P. M.; LIMA, J. V.; WIVES, L. K.; PERNAS, A. M.; GASPARINI, I.; FERNÁNDEZ, A.; DÍAZ, A. Adaptatividade Geocultural em Ambientes Virtuais de Aprendizagem. **RIED**, vol. 17, nº 1, p. 83-109, 2014.

OLIVEIRA, T. E. de; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. Sala de aula invertida (flipped classroom): inovando as aulas de física. **Física na escola**. São Paulo. Vol. 14, n. 2 (out. 2016), p. 4-13, 2016.

PAULINO, Otávio Floriano; OLIVEIRA, Elrismar Auxiliadora Gomes. Lei de Hooke: laboratório rotacional na formação inicial docente. **Temas & Matizes**, vol. 17, no 31, p. 724-736.

PAVANELO, E.; LIMA, R. Sala de Aula Invertida: a análise de uma experiência na disciplina de Cálculo I. **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, v. 31, n. 58, p. 739-759, 2017.

PIFFERO, E. de L. F.; COELHO, C. P.; SOARES, R. G. ROEHRS, R.. Um novo contexto, uma nova forma de ensinar: Metodologias ativas em aulas remotas. **Educitec-Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico**, v. 6, p. e142020-e142020, 2020.

RAMOS, David et al. Trilhas de aprendizagem em ambientes virtuais de ensino-aprendizagem: Uma revisão sistemática da literatura. In: **Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)**. 2015. p. 338.

SANTOS, J. C.; DICKMAN, A. G. Experimentos reais e virtuais: proposta para o ensino de eletricidade no nível médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 41, n. 1, 2019.

SCHNEIDERS, L. A. O método da sala de aula invertida (flipped classroom). **Lajeado: Ed. da Univates**, 2018.

SOKOLOFF, D. R.; THORNTON, R. K.; LAWS, P. W. **RealTime Physics: Active Learning Laboratories, Module 1: Mechanics**, The Physics Suite, United States of America: John Wiley and



Sons, 2004.

STUDART, Nelson. Inovando o ensinagem de física com metodologias ativas. **Revista do Professor de Física**, 2019, 3.3: 1-24.

TIELLET, C. A. B.; LIMA, J. V; REATEGUI, E. B. HVet: um Modelo de Hipervídeo Aplicado ao Ensino de Cirurgia Veterinária. **RENOTE**, v. 6, n. 2, 2008.

TOMIĆ, Jossif. J. et al. A virtual laboratory for teaching frequency estimation techniques. In: **2012 15th International Power Electronics and Motion Control Conference (EPE/PEMC)**. IEEE, 2012. p. DS3e. 1-1-DS3e. 1-6.

VALENTE, J. A. B. Learning e as mudanças no ensino superior: a proposta da sala de aula invertida. **Educar em revista**, n. 4, p. 79-97, 2014.