

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MATEMÁTICA EM REDE NACIONAL -
PROFMAT

NAYRA DAIANE DE ARAÚJO CABRAL

**APLICAÇÃO DE MÉTODOS ATIVOS NO ENSINO DE MATEMÁTICA NO
ENSINO MÉDIO: UM ESTUDO DE INTERVENÇÃO EM SALA DE AULA**

**SÃO LUÍS
2026**

NAYRA DAIANE DE ARAÚJO CABRAL

**APLICAÇÃO DE MÉTODOS ATIVOS NO ENSINO DE MATEMÁTICA NO
ENSINO MÉDIO: UM ESTUDO DE INTERVENÇÃO EM SALA DE AULA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Matemática em Rede Nacional, PROFMAT- UFMA, como requisito para obtenção do título de Mestre em Matemática.

Orientadora: Prof^ª.Dra. RENATA DE FARIAS LIMEIRA CARVALHO

**SÃO LUÍS
2026**

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

de Araújo Cabral, Nayra Daiane.

APLICAÇÃO DE MÉTODOS ATIVOS NO ENSINO DE MATEMÁTICA NO
ENSINO MÉDIO: UM ESTUDO DE INTERVENÇÃO EM SALA DE AULA /
Nayra Daiane de Araújo Cabral. - 2026.

84 f.

Orientador(a): Renata de Farias Limeira Carvalho.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em
Rede - Matemática em Rede Nacional/ccet, Universidade
Federal do Maranhão, São Luís, 2026.

1. Ensino de Matemática. 2. Metodologias Ativas. 3.
Sala de Aula Invertida. 4. Aprendizagem Baseada Em
Problemas. I. de Farias Limeira Carvalho, Renata. II.
Título.

NAYRA DAIANE DE ARAÚJO CABRAL

**APLICAÇÃO DE MÉTODOS ATIVOS NO ENSINO DE MATEMÁTICA NO
ENSINO MÉDIO: UM ESTUDO DE INTERVENÇÃO EM SALA DE AULA**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Matemática em Rede Nacional, PROFMAT- UFMA, como requisito para obtenção do título de Mestre em Matemática.

Orientador(a): Prof^a. Dra. RENATA DE FARIAS LIMEIRA CARVALHO

Data de aprovação: 16/01/2026

Prof^a. Dra. Renata de Farias Limeira Carvalho

Prof^a. Dra. Valdiane Sales Araújo

Prof. Dr. Adecarlos Costa Carvalho

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho, com profunda gratidão e emoção, a Deus, que me guiou com sabedoria, força e serenidade em cada passo desta caminhada.

Ao meu marido Lucas, meu porto seguro, que me sustentou com amor, paciência e palavras de encorajamento mesmo nos momentos mais difíceis a minha mãe, Conceição, exemplo de coragem, dedicação e generosidade, que me ensinou, com o próprio viver, o valor do esforço e da persistência. Ao meu irmão Nadson, cujo carinho e apoio sempre me motivaram a seguir em frente.

Em memória do meu pai, Antônio, que mesmo ausente fisicamente, permaneceu presente em meu coração como inspiração e força. Sua lembrança me acompanhou silenciosamente durante toda essa trajetória, enchendo-me de saudade e orgulho.

Este trabalho é uma expressão do amor e da presença de vocês em minha vida.

AGRADECIMENTOS

A realização desta dissertação representa a concretização de um sonho e o resultado de uma caminhada marcada por aprendizados, desafios e muitas mãos estendidas ao longo do percurso.

A Deus, por ser minha fortaleza constante, por me conceder sabedoria e renovar minhas forças sempre que precisei.

Ao meu marido Lucas, pelo amor incondicional, paciência nos momentos difíceis e apoio contínuo. À minha mãe, Conceição, por ser exemplo de luta, generosidade e fé. Ao meu irmão Nadson, por seu incentivo e presença afetuosa. Ao meu pai, Antônio, que mesmo em ausência física, continua sendo uma fonte de inspiração, saudade e orgulho.

Aos professores do PROFMAT – UFMA, especialmente à minha orientadora Prof^a Dr^a Renata de Farias Limeira Carvalho, pelo acompanhamento dedicado e por cada orientação que guiou e fortaleceu este trabalho.

Aos colegas e amigos de jornada, pela parceria, pelas trocas enriquecedoras e pelos momentos de apoio mútuo. A todos que contribuíram, direta ou indiretamente, com palavras, gestos ou exemplos, deixo aqui meu mais sincero e profundo agradecimento.

RESUMO

Este estudo investiga a aplicação de metodologias ativas no ensino de Matemática no Ensino Médio, com foco na aprendizagem de conteúdos de Análise Combinatória e Probabilidade, a partir de uma intervenção pedagógica fundamentada na Sala de Aula Invertida e na Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP). A pesquisa foi desenvolvida no Instituto Estadual de Ciências e Tecnologias do Maranhão (IEMA Pleno de Coroatá), envolvendo quatro turmas do 2º ano do Ensino Médio, organizadas em grupo experimental e grupo controle. No grupo experimental, foi implementada uma proposta didático-metodológica de caráter híbrido, articulando aulas presenciais com atividades mediadas por grupos de WhatsApp, utilizados como espaço de orientação, interação e discussão matemática. Os conteúdos teóricos foram disponibilizados por meio da curadoria de videoaulas selecionadas no YouTube, não havendo produção de vídeos pela pesquisadora. O grupo controle seguiu uma abordagem de ensino tradicional. Como produto educacional, foi desenvolvida e aplicada uma sequência didática estruturada para o ensino de Análise Combinatória e Probabilidade, composta por atividades investigativas, problemas contextualizados e orientações pedagógicas. A coleta de dados ocorreu por meio de testes de desempenho, questionários e observações em sala de aula. Os resultados indicaram melhor desempenho dos alunos do grupo experimental na resolução de problemas, especialmente no uso de princípio multiplicativo, na contagem de possibilidades e na interpretação de situações probabilísticas. Conclui-se que a utilização de metodologias ativas, aliadas a recursos acessíveis, pode favorecer a aprendizagem de conteúdos matemáticos na escola pública.

Palavras-chave: Ensino de Matemática; Metodologias Ativas; Análise Combinatória; Probabilidade; Sala de Aula Invertida; Aprendizagem Baseada em Problemas.

ABSTRACT

This study investigates the application of active methodologies in the teaching of Mathematics in High School, focusing on students' learning of topics in Combinatorial Analysis and Probability, based on a pedagogical intervention grounded in the Flipped Classroom and Problem-Based Learning (PBL). The research was conducted at the Instituto Estadual de Ciências e Tecnologias do Maranhão (IEMA Pleno de Coroatá), involving four classes of the 2nd year of High School, organized into an experimental group and a control group. In the experimental group, a hybrid didactic-methodological proposal was implemented, combining face-to-face classes with activities mediated by WhatsApp groups, used as spaces for guidance, interaction, and mathematical discussion. The theoretical content was provided through the curation of video lessons selected from YouTube, with no production of videos by the researcher. The control group followed a traditional teaching approach. As an educational product, a structured didactic sequence for teaching Combinatorial Analysis and Probability was developed and applied, consisting of investigative activities, contextualized problems, and pedagogical guidelines. Data collection was carried out through performance tests, questionnaires, and classroom observations. The results indicated better performance by students in the experimental group in problem solving, especially regarding the use of the multiplicative principle, counting techniques, and the interpretation of probabilistic situations. It is concluded that the use of active methodologies, combined with accessible resources, can enhance the learning of mathematical content in public schools.

Keywords: Mathematics Teaching; Active Methodologies; Combinatorial Analysis; Probability; Flipped Classroom; Problem-Based Learning.

Sumário

1 INTRODUÇÃO	13
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	15
2.1 Metodologias ativas no ensino de Matemática	15
2.2 Sala de Aula Invertida no ensino de Matemática.....	17
2.3 Aprendizagem Baseada em Problemas no ensino de Matemática.....	20
2.4 Ensino de Análise Combinatória no Ensino Médio	22
2.5 Ensino de Probabilidade no Ensino Médio.....	27
2.6 Características do Ensino de Matemática no Contexto Brasileiro	32
2.7 Abordagens Pedagógicas no Ensino de Matemática.....	35
2.8 Formação Docente e Práticas Pedagógicas em Matemática.....	38
2.9 Intervenções com Metodologias Ativas no Ensino de Matemática.....	41
3 METODOLOGIA	46
3.1 Abordagem e Delineamento da Pesquisa	46
3.2 Tipo e Natureza da Pesquisa	46
3.3 Contexto da Pesquisa, População e Amostra.....	46
3.4 Descrição da Intervenção Pedagógica	47
3.5 Instrumentos de Coleta de Dados	48
3.6 Procedimentos de Análise dos Dados	49
3.7 Considerações Éticas.....	49
4 DISCUSSÕES E RESULTADOS	50
4.1 Organização dos dados e critérios de análise	50
4.2 Resultados quantitativos: desempenho acadêmico	50
4.3 Resultados referentes à aprendizagem de Análise Combinatória	50
4.4 Análise dos erros mais recorrentes em Análise Combinatória	52
4.5 Análise comparativa das resoluções dos estudantes nos testes pré e pós-intervenção	55

4.6 Exemplos comentados de itens de Análise Combinatória e análise das estratégias de resolução.....	58
4.7 Resultados referentes à aprendizagem de Probabilidade.....	61
4.8 Análise dos erros mais recorrentes em Probabilidade.....	63
4.9 Análise comparativa das resoluções dos estudantes em Probabilidade nos testes pré e pós-intervenção	66
4.10 Síntese dos resultados e relação com o produto educacional	68
5 PRODUTO EDUCACIONAL.....	71
5.1 Apresentação do produto educacional	71
5.2 Público-alvo e contexto de aplicação	71
5.3 Estrutura do produto educacional.....	71
5.4 Etapas para aplicação da sequência didática	72
5.5 Materiais que compõem o produto	73
5.6 Papel do professor na aplicação do produto.....	73
5.7 Avaliação da aprendizagem	73
5.8 Possibilidades de adaptação e ampliação	74
5.9 Considerações finais sobre o produto.....	74
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	75
REFERÊNCIAS	77
APÊNDICE A – Teste de Desempenho Pré-Intervenção	79
APÊNDICE B – Teste de Desempenho Pós-Intervenção.....	80
APÊNDICE C – Questionário de percepção discente sobre a Sala de Aula Invertida..	81
APÊNDICE D – Questionário de percepção discente sobre a Aprendizagem Baseada em Problemas.....	82
APÊNDICE E – Sequência Didática: Metodologias Ativas no Ensino de Análise Combinatória e Probabilidade	83
APÊNDICE F – Plano de Aula 1	84
APÊNDICE G – Relatório sintético dos resultados da intervenção pedagógica.....	85

APÊNDICE H – Lista de videoaulas selecionadas para a Sala de Aula Invertida86

1 INTRODUÇÃO

O ensino de Matemática no Ensino Médio enfrenta desafios persistentes relacionados ao baixo desempenho e ao desinteresse dos estudantes, especialmente quando predominam práticas centradas na exposição e na repetição mecânica de exercícios. Em conteúdos que exigem raciocínio e tomada de decisão como os de Análise Combinatória e Probabilidade, tais práticas podem dificultar a construção de significados, a interpretação de situações e a resolução de problemas.

Nesse contexto, metodologias ativas têm sido discutidas como estratégias capazes de favorecer a participação do estudante e a mobilização de conhecimentos em situações de investigação e resolução de problemas. Entre essas abordagens, destacam-se a Sala de Aula Invertida e a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), que reorganizam o tempo pedagógico e estimulam a atuação do aluno de forma mais autônoma e colaborativa, com o professor desempenhando papel de mediação.

A escolha dos conteúdos de Análise Combinatória e Probabilidade justifica-se por sua relevância para a formação matemática no Ensino Médio e por serem temas frequentemente associados a dificuldades, sobretudo no que se refere ao princípio multiplicativo, à contagem de possibilidades e à interpretação de eventos aleatórios em situações contextualizadas. Além disso, tais conteúdos permitem a proposição de problemas que favorecem argumentação, comparação de estratégias e validação de resultados.

Diante disso, esta dissertação investiga a seguinte questão: de que maneira a implementação da Sala de Aula Invertida e da ABP pode contribuir para a aprendizagem de Análise Combinatória e Probabilidade, bem como para o engajamento dos estudantes do Ensino Médio, no contexto da escola pública?

A pesquisa foi desenvolvida no Instituto Estadual de Ciências e Tecnologias do Maranhão (IEMA Pleno de Coroatá), com turmas do 2º ano do Ensino Médio organizadas em grupo experimental e grupo controle. No grupo experimental, a intervenção ocorreu de forma híbrida, articulando aulas presenciais com atividades mediadas por grupos de WhatsApp, utilizados para orientação, interação e discussão matemática. Os conteúdos teóricos foram disponibilizados por meio da curadoria de videoaulas do YouTube, sem produção de vídeos pela pesquisadora, enquanto o grupo controle seguiu abordagem tradicional.

O objetivo geral deste trabalho é avaliar o impacto da implementação dessas metodologias na aprendizagem de Análise Combinatória e Probabilidade e no engajamento dos estudantes. Como objetivos específicos, busca-se: (i) planejar e aplicar a intervenção com Sala de Aula Invertida e ABP; (ii) analisar o desempenho em problemas de contagem e probabilidade, com ênfase no princípio multiplicativo e na interpretação probabilística; (iii) comparar resultados entre grupo experimental e grupo controle; e (iv) desenvolver e disponibilizar o produto educacional.

Como produto educacional, foi elaborada e aplicada uma sequência didática estruturada para o ensino de Análise Combinatória e Probabilidade, composta por atividades investigativas, problemas contextualizados, roteiros de estudo e orientações pedagógicas para implementação das metodologias ativas com apoio do WhatsApp e curadoria de recursos digitais, de modo a possibilitar replicação em contextos semelhantes.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Metodologias ativas no ensino de Matemática

O ensino de Matemática no Ensino Médio, especialmente na rede pública, tem sido historicamente marcado por dificuldades relacionadas ao baixo desempenho dos estudantes, à evasão escolar e à percepção da disciplina como excessivamente abstrata e descontextualizada. Grande parte desses desafios está associada à predominância de práticas pedagógicas tradicionais, centradas na exposição verbal do professor e na resolução mecânica de exercícios, nas quais o estudante assume um papel majoritariamente passivo no processo de aprendizagem. Nesse modelo, a Matemática é frequentemente apresentada como um conjunto de fórmulas e procedimentos a serem memorizados, o que limita o desenvolvimento do raciocínio lógico, da argumentação matemática e da capacidade de resolução de problemas.

Diante desse cenário, as metodologias ativas de aprendizagem emergem como uma alternativa pedagógica capaz de reposicionar o estudante como sujeito central do processo educativo. De modo geral, essas metodologias caracterizam-se por propor situações em que o aluno participa ativamente da construção do conhecimento, por meio da investigação, da resolução de problemas, da discussão em grupo e da reflexão sobre os próprios processos de aprendizagem. Segundo Bender (2014), as metodologias ativas deslocam o foco do ensino da simples transmissão de conteúdos para a promoção de experiências de aprendizagem que exigem envolvimento cognitivo, tomada de decisões e aplicação de conceitos em diferentes contextos.

No contexto específico do ensino de Matemática, a adoção de metodologias ativas apresenta potencial significativo, uma vez que essa área do conhecimento demanda não apenas domínio de procedimentos algorítmicos, mas também compreensão conceitual, capacidade de abstração e interpretação de situações-problema. Autores como Borba e Penteadó (2016) defendem que aprender Matemática envolve experimentar, conjecturar, testar estratégias e validar argumentos, ações que são favorecidas quando o estudante é colocado em situações desafiadoras e participativas.

As metodologias ativas dialogam diretamente com pressupostos da teoria histórico-cultural, especialmente no que se refere ao papel da interação social e da mediação no desenvolvimento cognitivo. Para Vygotsky (1998), o conhecimento é construído socialmente, por meio da interação entre sujeitos, sendo o professor um

mediador fundamental nesse processo. Ao propor atividades colaborativas e problemas que exigem diálogo e negociação de significados, as metodologias ativas favorecem a aprendizagem na chamada zona de desenvolvimento proximal, ampliando as possibilidades de compreensão dos conceitos matemáticos.

No ensino tradicional de Matemática, é comum que os alunos apresentem dificuldades em transferir conhecimentos aprendidos em sala para novas situações, especialmente quando se trata de conteúdos que envolvem raciocínio combinatório e probabilístico. A aprendizagem, nesses casos, tende a ser fragmentada, baseada na repetição de exemplos semelhantes aos apresentados pelo professor. As metodologias ativas, ao contrário, buscam promover a aprendizagem significativa, conceito desenvolvido por Ausubel (2003), segundo o qual o novo conhecimento é incorporado de forma mais consistente quando se relaciona, de maneira não arbitrária, aos conhecimentos prévios do estudante. Em Matemática, isso implica articular conceitos formais a situações contextualizadas, permitindo que o aluno atribua sentido aos procedimentos utilizados.

Outro aspecto relevante das metodologias ativas no ensino de Matemática é o estímulo ao desenvolvimento da autonomia intelectual. Ao assumir maior responsabilidade pelo próprio aprendizado, o estudante passa a planejar suas ações, monitorar seu desempenho e refletir sobre os erros cometidos. Segundo Zimmerman (2002), esse processo de autorregulação é essencial para a aprendizagem eficaz e duradoura. Em conteúdos como Análise Combinatória e Probabilidade, nos quais erros conceituais são frequentes, a possibilidade de discutir estratégias, justificar respostas e revisar raciocínios contribui para a consolidação do pensamento matemático.

As metodologias ativas também favorecem o desenvolvimento da argumentação e da comunicação matemática, competências fundamentais previstas nos documentos curriculares nacionais. Ao trabalhar em grupo e expor suas ideias, os estudantes são levados a explicar procedimentos, justificar escolhas e analisar soluções alternativas, superando a visão de que existe apenas um único caminho para resolver um problema matemático. Esse tipo de prática contribui para a construção de uma postura investigativa, essencial para o aprendizado de conteúdos probabilísticos, nos quais a interpretação e a análise de situações desempenham papel central.

Além disso, a utilização de metodologias ativas permite integrar recursos tecnológicos de forma funcional e acessível, sem que estes se tornem um fim em si mesmos. Ferramentas digitais simples, como vídeos educativos, aplicativos de

comunicação e ambientes virtuais de aprendizagem, podem atuar como mediadores do processo educativo, ampliando o tempo e o espaço de aprendizagem. Conforme Moran (2015), o uso pedagógico das tecnologias deve estar a serviço dos objetivos educacionais, contribuindo para tornar o ensino mais flexível, interativo e alinhado às necessidades dos estudantes.

Entretanto, a adoção de metodologias ativas no ensino de Matemática também apresenta desafios. Entre eles, destacam-se a necessidade de planejamento cuidadoso das atividades, a reorganização do tempo didático e a mudança do papel do professor, que passa de transmissor de conteúdos a orientador e mediador do aprendizado. Segundo Prado e Valente (2002), essa transição exige formação docente contínua e reflexão sobre a prática pedagógica, especialmente em contextos escolares marcados por limitações de infraestrutura e recursos.

Apesar desses desafios, diversos estudos apontam que a implementação de metodologias ativas no ensino de Matemática pode contribuir para o aumento do engajamento dos estudantes, para a melhoria do desempenho acadêmico e para a construção de aprendizagens mais significativas. Ao favorecer a participação ativa, a colaboração e a resolução de problemas contextualizados, essas metodologias se mostram especialmente adequadas para o trabalho com conteúdos que exigem raciocínio lógico e interpretação, como Análise Combinatória e Probabilidade, foco da presente pesquisa.

Dessa forma, as metodologias ativas constituem um referencial teórico consistente para fundamentar propostas didáticas que buscam superar práticas tradicionais e promover uma aprendizagem matemática mais dinâmica, reflexiva e contextualizada. Nos próximos tópicos, serão discutidas, de maneira mais específica, a Sala de Aula Invertida e a Aprendizagem Baseada em Problemas, abordagens centrais na intervenção pedagógica desenvolvida nesta dissertação.

2.2 Sala de Aula Invertida no ensino de Matemática

A Sala de Aula Invertida constitui uma das abordagens mais difundidas no âmbito das metodologias ativas e tem sido amplamente discutida como alternativa ao modelo tradicional de ensino, especialmente no contexto do ensino de Matemática. De forma geral, essa metodologia propõe a reorganização do tempo didático, transferindo para o momento extraclasse o contato inicial com os conteúdos teóricos, enquanto o tempo presencial é destinado à resolução de problemas, discussões, esclarecimento de dúvidas e aprofundamento conceitual. Segundo Bergmann e Sams (2012), a inversão da lógica

tradicional permite que o espaço da sala de aula seja utilizado de maneira mais produtiva, favorecendo a interação entre professor e alunos.

No ensino de Matemática, a Sala de Aula Invertida apresenta potencial significativo, uma vez que possibilita que os estudantes tenham contato prévio com definições, conceitos e exemplos básicos, reservando o tempo presencial para atividades que exigem maior mediação pedagógica. Em conteúdos como Análise Combinatória e Probabilidade, essa reorganização se mostra especialmente pertinente, pois permite que os alunos cheguem à sala de aula com uma noção inicial dos conceitos, ainda que parcial, tornando o momento presencial mais propício à resolução de situações-problema e à discussão de estratégias.

Um dos princípios centrais da Sala de Aula Invertida é a valorização da autonomia do estudante no processo de aprendizagem. Ao estudar previamente os conteúdos, o aluno passa a assumir maior responsabilidade por sua formação, desenvolvendo habilidades como organização do tempo, autorregulação e busca ativa por esclarecimento de dúvidas. Conforme destaca Moran (2015), essa metodologia contribui para a construção de uma postura mais ativa diante do conhecimento, rompendo com a lógica de dependência exclusiva da explicação do professor.

No entanto, é importante ressaltar que a Sala de Aula Invertida não pressupõe, necessariamente, a produção de materiais didáticos próprios pelo professor, como videoaulas autorais. Em contextos reais da escola pública, especialmente diante da sobrecarga docente e das limitações de tempo e recursos, a curadoria de materiais disponíveis em plataformas digitais, como o YouTube, apresenta-se como uma alternativa pedagógica viável e coerente. A curadoria consiste na seleção criteriosa de conteúdos já existentes, considerando a adequação conceitual, a clareza das explicações e a compatibilidade com os objetivos de aprendizagem.

Segundo Valente (2014), a eficácia da Sala de Aula Invertida não está condicionada à autoria dos materiais, mas à intencionalidade pedagógica com que são utilizados. O papel do professor, nesse caso, desloca-se para a mediação do processo, orientando os alunos sobre como utilizar os materiais, quais aspectos observar e de que forma relacionar os conteúdos estudados previamente com as atividades desenvolvidas em sala. Essa perspectiva é especialmente relevante no ensino de Matemática, no qual a simples exposição de vídeos não garante a compreensão conceitual dos estudantes.

No contexto desta pesquisa, a utilização de grupos de WhatsApp como espaço de mediação pedagógica desempenhou papel central na operacionalização da Sala de Aula Invertida. O WhatsApp foi utilizado como ambiente de comunicação, orientação e acompanhamento das atividades extraclasse, possibilitando o envio de links de videoaulas, a proposição de questionamentos prévios e a interação entre alunos e professora. Esse uso não configura, por si só, uma inovação tecnológica, mas representa uma adaptação pedagógica às condições reais dos estudantes, considerando o amplo acesso a dispositivos móveis e à referida plataforma.

De acordo com Santos e Oliveira (2019), o uso de aplicativos de comunicação instantânea no contexto educacional pode favorecer a ampliação do tempo de aprendizagem, promovendo maior proximidade entre professor e alunos. No ensino de Matemática, essa mediação permite que dúvidas iniciais sejam esclarecidas antes do momento presencial, tornando as aulas mais focadas na resolução de problemas e na análise de raciocínios. Além disso, o ambiente virtual favorece a participação de alunos que, muitas vezes, demonstram maior dificuldade em se manifestar oralmente em sala de aula.

Outro aspecto relevante da Sala de Aula Invertida no ensino de Matemática é a possibilidade de respeitar diferentes ritmos de aprendizagem. Ao disponibilizar os conteúdos teóricos para estudo prévio, os alunos podem assistir aos vídeos mais de uma vez, pausar, retomar explicações e buscar outras fontes complementares, conforme suas necessidades. Essa flexibilidade contribui para reduzir lacunas conceituais, especialmente em conteúdos que exigem maior abstração, como o princípio multiplicativo e a interpretação de eventos probabilísticos.

No momento presencial, a Sala de Aula Invertida permite que o professor atue de forma mais próxima dos estudantes, acompanhando individualmente ou em pequenos grupos o desenvolvimento das atividades. Esse acompanhamento favorece a identificação de erros conceituais recorrentes e possibilita intervenções pedagógicas mais pontuais. Segundo Bergmann e Sams (2012), essa proximidade transforma a dinâmica da aula, tornando-a mais interativa e centrada na aprendizagem efetiva dos alunos.

Entretanto, a implementação da Sala de Aula Invertida exige planejamento cuidadoso e clareza quanto aos objetivos das atividades propostas. A simples inversão das etapas do ensino, sem uma mediação adequada, pode gerar frustração e insegurança nos estudantes. Por isso, é fundamental que o professor explicita a proposta metodológica,

orientar os alunos quanto à importância do estudo prévio e articular de forma consistente as atividades extraclasse com o trabalho desenvolvido em sala.

Dessa forma, a Sala de Aula Invertida, quando aplicada de maneira contextualizada e mediada pedagogicamente, configura-se como uma estratégia potente para o ensino de Matemática no Ensino Médio. Ao favorecer a autonomia, a interação e o uso mais qualificado do tempo presencial, essa metodologia oferece subsídios teóricos sólidos para a proposta didática desenvolvida nesta dissertação, especialmente no trabalho com conteúdo de Análise Combinatória e Probabilidade.

2.3 Aprendizagem Baseada em Problemas no ensino de Matemática

A Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) constitui uma metodologia ativa que organiza o processo de ensino a partir de situações-problema desafiadoras, nas quais os estudantes são convidados a investigar, formular hipóteses, mobilizar conhecimentos prévios e construir soluções de forma colaborativa. Diferentemente do ensino tradicional, em que os conteúdos são apresentados antes da aplicação, na ABP o problema assume papel central, funcionando como elemento disparador da aprendizagem. Segundo Barrows (1986), essa abordagem favorece o desenvolvimento do pensamento crítico, da autonomia intelectual e da capacidade de tomar decisões fundamentadas.

No ensino de Matemática, a ABP apresenta especial relevância, pois a resolução de problemas constitui um dos eixos estruturantes da aprendizagem matemática. De acordo com Polya (2006), resolver um problema matemático envolve compreender a situação proposta, elaborar um plano, executar estratégias e refletir sobre a solução obtida. A ABP dialoga diretamente com essa perspectiva, ao valorizar o processo de resolução e não apenas o resultado final, permitindo que os estudantes explorem diferentes caminhos e analisem a validade de suas estratégias.

A aplicação da ABP em conteúdos de Análise Combinatória e Probabilidade mostra-se particularmente adequada, uma vez que esses temas envolvem situações que exigem organização sistemática de possibilidades, análise de eventos e tomada de decisões em contextos de incerteza. Problemas relacionados a sorteios, jogos, organização de senhas, arranjos de elementos e cálculo de probabilidades em situações cotidianas favorecem a contextualização dos conceitos matemáticos, aproximando-os da realidade dos estudantes.

Um dos principais desafios no ensino desses conteúdos reside na tendência dos alunos a buscar fórmulas prontas, sem compreender os princípios subjacentes. Na Análise Combinatória, por exemplo, é comum que os estudantes apresentem dificuldades em identificar corretamente as situações em que se aplica o princípio multiplicativo ou em distinguir diferentes tipos de contagem. A ABP contribui para minimizar esse problema ao propor situações que exigem a construção do raciocínio combinatório passo a passo, estimulando a análise das possibilidades envolvidas e a justificativa das estratégias adotadas.

No caso da Probabilidade, a ABP favorece a superação de concepções intuitivas equivocadas, frequentemente observadas entre os estudantes, como a crença de que eventos independentes influenciam resultados futuros ou a dificuldade em compreender o espaço amostral. Ao trabalhar com problemas contextualizados e discussões em grupo, os alunos são levados a confrontar suas intuições com argumentos matemáticos, promovendo uma compreensão mais consistente dos conceitos probabilísticos.

A dinâmica colaborativa da ABP também desempenha papel fundamental no ensino de Matemática. Ao trabalhar em grupo, os estudantes compartilham estratégias, explicam seus raciocínios e analisam soluções alternativas, desenvolvendo a comunicação matemática e a capacidade de argumentação. Segundo Borba e Penteadó (2016), a interação entre pares favorece a construção coletiva do conhecimento matemático, permitindo que diferentes formas de pensar sejam discutidas e validadas.

O papel do professor na ABP é o de mediador do processo de aprendizagem, orientando os alunos na análise dos problemas, estimulando questionamentos e auxiliando na organização das ideias, sem fornecer respostas prontas. Essa atuação requer planejamento cuidadoso e clareza quanto aos objetivos de aprendizagem, de modo que os problemas propostos sejam compatíveis com o nível de desenvolvimento dos estudantes e com os conteúdos matemáticos trabalhados.

No contexto da escola pública, a ABP pode ser implementada de forma gradual, utilizando recursos acessíveis e problemas contextualizados à realidade dos alunos. A mediação por meio de tecnologias simples, como aplicativos de comunicação, pode ampliar as possibilidades de discussão e acompanhamento das atividades, permitindo que os estudantes continuem refletindo sobre os problemas fora do ambiente presencial. Essa estratégia contribui para a ampliação do tempo de aprendizagem e para o fortalecimento da autonomia discente.

Diversos estudos indicam que a utilização da ABP no ensino de Matemática pode contribuir para o aumento do engajamento dos estudantes e para a melhoria do desempenho acadêmico, especialmente em conteúdos que exigem raciocínio lógico e interpretação. Ao colocar o problema no centro do processo de ensino, essa metodologia favorece uma aprendizagem mais ativa, significativa e contextualizada, alinhada às demandas contemporâneas da educação matemática.

Dessa forma, a Aprendizagem Baseada em Problemas configura-se como um referencial teórico consistente para fundamentar práticas pedagógicas que buscam superar a mera aplicação de fórmulas e procedimentos, promovendo o desenvolvimento do raciocínio matemático e da capacidade de resolver problemas complexos. Na presente pesquisa, a ABP foi articulada à Sala de Aula Invertida, potencializando o uso do tempo em sala de aula e favorecendo a aprendizagem dos conteúdos de Análise Combinatória e Probabilidade.

2.4 Ensino de Análise Combinatória no Ensino Médio

2.4.1 Relevância e lugar do tema na formação matemática

A Análise Combinatória é um conteúdo estruturante no Ensino Médio por desenvolver a capacidade de organizar possibilidades, decompor situações em etapas, reconhecer restrições e justificar procedimentos de contagem. Além de seu valor formativo, ela funciona como base conceitual para a Probabilidade: a compreensão de espaço amostral, contagem de casos favoráveis e a construção de modelos probabilísticos dependem diretamente do raciocínio combinatório. Assim, tratar a Análise Combinatória apenas como “aplicação de fórmulas” (arranjos, combinações e permutações) tende a comprometer aprendizagens posteriores, principalmente em problemas probabilísticos de dois estágios, eventos condicionais e análise de situações com restrições.

No contexto escolar, o principal desafio não é “aprender uma fórmula”, mas desenvolver raciocínio combinatório, isto é: identificar o que está sendo contado, decidir se a ordem importa, reconhecer repetições, construir representações e validar resultados por argumentação.

2.4.2 Raciocínio combinatório: princípios antes das fórmulas

Uma abordagem consistente prioriza princípios gerais e estratégias de organização antes da formalização por fórmulas. Entre esses princípios, destaca-se o princípio multiplicativo: se uma tarefa é realizada em k etapas independentes, com n_1, n_2, \dots, n_k

possibilidades em cada etapa, então o número total de resultados é $n_1 \cdot n_2 \cdot \dots \cdot n_k$. Esse princípio, embora simples, frequentemente é aplicado de modo mecânico quando o estudante não reconhece corretamente as etapas ou ignora restrições.

Exemplo didático típico: “Uma senha tem 3 caracteres: duas letras (A–Z) seguidas de um algarismo (0–9), sem repetição de letras.”

O estudante precisa separar etapas (1ª letra, 2ª letra, algarismo), reconhecer a restrição “sem repetição”, e então calcular $26 \cdot 25 \cdot 10$. O erro comum é usar $26^2 \cdot 10$, ignorando a restrição.

Outra estratégia essencial é o princípio aditivo: quando contamos resultados provenientes de casos mutuamente exclusivos (situações “ou”), somamos as quantidades. A dificuldade recorrente é o aluno misturar adição e multiplicação sem reconhecer a estrutura lógica “e/ou”.

2.4.3 Representações e enumeração sistemática

Antes de chegar à notação combinatória, o estudante precisa dominar representações que organizem casos:

- Listagens sistemáticas (com critérios fixos para não duplicar casos);
- Tabelas (especialmente para contagens de duas variáveis);
- Diagramas de árvore, muito úteis para processos por etapas;
- Esquemas por blocos (casos com restrições e separação em subcasos).

O diagrama de árvore, por exemplo, não é apenas um “desenho”: ele é uma ferramenta para explicitar etapas e restrições e, ao final, justificar a contagem total. Em sala de aula, ele pode funcionar como ponte entre a enumeração e o princípio multiplicativo.

2.4.4 Ordem, repetição e restrições: núcleo das dificuldades

Grande parte das dificuldades em combinatória se concentra em três decisões conceituais:

1. A ordem importa?
2. Há repetição?

3. Há restrições adicionais? (ex.: “não pode ter duas vogais juntas”, “não pode começar com zero”, “elementos devem ficar juntos”, etc.)

Essas decisões determinam o método de contagem. Quando o ensino começa por fórmulas, o aluno tende a “escolher fórmula” por semelhança com exercícios, sem responder às três perguntas acima. Por isso, é produtivo tratar problemas que obriguem o estudante a justificar a estrutura do cálculo.

Exemplo com ordem:

- “Escolher 2 representantes dentre 10 alunos” → escolha sem ordem → combinação.
- “Escolher presidente e vice dentre 10 alunos” → escolha com ordem → arranjo.

2.4.5 Permutações, arranjos e combinações com sentido

A formalização por fórmulas deve surgir como síntese de padrões observados.

- Permutação simples de n elementos: $n!$.
- Arranjo de n elementos tomados p a p : $A_{(n,p)} = \frac{n!}{(n-p)!}$.
- Combinação de n elementos tomados p a p : $C_{(n,p)} = \frac{n!}{p!(n-p)!}$.

No entanto, a aprendizagem se torna mais robusta quando o estudante entende que:

- Arranjo = escolher e ordenar.
- Combinação = escolher sem ordenar.

E que as fórmulas derivam do princípio multiplicativo e da contagem de repetições.

2.4.6 Erros típicos e como explorá-los didaticamente

Para apoiar o raciocínio combinatório, é útil mapear erros recorrentes:

- Duplicação de casos (contar o mesmo resultado mais de uma vez);
- Ignorar restrições (ex.: permitir repetição quando é proibida);
- Confundir ordem (tratar combinações como arranjos);
- Aplicar fórmula sem modelar o problema;

- Trocar “ou” por “e” (aditivo vs multiplicativo).

Esses erros podem ser trabalhados com atividades de comparação: apresentar duas soluções (uma correta e uma com erro) e pedir que os alunos identifiquem a falha e proponham correção. Em metodologias ativas, essa discussão em grupo fortalece a argumentação matemática e reduz a dependência do professor.

2.4.7 Metodologias ativas e combinatória: por que fazem sentido

A Análise Combinatória é altamente compatível com metodologias ativas porque problemas combinatórios:

- permitem múltiplas estratégias;
- exigem justificativa e validação;
- favorecem colaboração e debate matemático.

Na Sala de Aula Invertida, o contato prévio (por vídeo/roteiro) com conceitos básicos e exemplos iniciais libera o tempo presencial para a resolução de problemas com restrição, discussão de estratégias e construção de generalizações. Na ABP, o problema vem primeiro: o aluno formula hipóteses, testa caminhos (árvore/tabela/enumeração), e só depois formaliza.

2.4.8 Articulação com o produto educacional

Nesta pesquisa, a combinatória é trabalhada por meio de uma sequência didática com problemas graduados (do princípio multiplicativo às contagens com restrição), uso de representações e discussões coletivas. O uso de WhatsApp como suporte amplia o tempo de interação: envio de roteiros, devolutivas rápidas, comparação de estratégias e discussão de erros comuns. A curadoria de videoaulas selecionadas funciona como recurso de estudo prévio, permitindo que a intervenção foque a resolução de problemas e o desenvolvimento do raciocínio combinatório.

2.4.9 Exemplos clássicos de contagem e análise de estratégias

Exemplo 2.4.1 — Princípio multiplicativo com restrição

Considere a formação de placas de automóveis compostas por duas letras seguidas de três algarismos, sabendo-se que as letras não podem ser repetidas e o primeiro algarismo não pode ser zero.

Solução comentada:

O problema pode ser decomposto em cinco etapas independentes:

- 1ª letra: 26 possibilidades;
- 2ª letra: 25 possibilidades (restrição de não repetição);
- 1º algarismo: 9 possibilidades (1 a 9);
- 2º e 3º algarismos: 10 possibilidades cada.

Assim, pelo princípio multiplicativo:

$$26 \cdot 25 \cdot 9 \cdot 10 \cdot 10 = 585\,000$$

Erro típico observado:

Aplicar $26^2 \cdot 10^3$, ignorando as restrições.

Didaticamente, esse erro indica que o estudante reconhece a estrutura “por etapas”, mas não compreende o papel das condições impostas. Em metodologias ativas, esse tipo de erro pode ser explorado em grupo, pedindo que os alunos comparem duas soluções e identifiquem qual viola as regras do problema.

2.4.10 Diagramas de árvore como ferramenta de validação

Exemplo 2.4.2 — Uso de árvore para evitar duplicações

Uma lanchonete oferece sanduíches com pão integral ou francês, recheio de frango ou carne e molho simples ou especial. Quantas opções diferentes existem?

Solução comentada:

Cada escolha pode ser representada como um nível da árvore:

- pão (2 opções),
- recheio (2 opções),
- molho (2 opções).

A árvore evidencia que cada caminho representa uma opção distinta. Logo:

$$2 \cdot 2 \cdot 2 = 8 \text{ opções.}$$

Intervenção pedagógica:

Antes de apresentar o cálculo, os alunos constroem a árvore coletivamente. Em seguida, o professor questiona: “Há alguma repetição? Alguma opção ficou de fora?”.

Esse procedimento fortalece a noção de contagem exaustiva sem duplicação, essencial para problemas mais complexos.

2.4.11 Arranjos e combinações: distinção conceitual em situações reais

Exemplo 2.4.3 — Ordem importa ou não?

- a) Escolher 3 alunos entre 10 para formar uma comissão.
- b) Escolher presidente, vice e secretário entre 10 alunos.

Solução comentada:

No item (a), a ordem não importa → combinação:

$$C(10,3) = \frac{10!}{3!7!} = 120.$$

No item (b), a ordem importa → arranjo:

$$A(10,3) = \frac{10!}{7!} = 720.$$

Erro típico:

Aplicar combinação em ambos os casos.

A comparação entre (a) e (b), trabalhada em pequenos grupos, ajuda o aluno a perceber que o contexto define o modelo matemático, não a fórmula isolada.

2.4.12 Implicações para o produto educacional

Na sequência didática desenvolvida nesta pesquisa, problemas como os apresentados foram organizados de forma progressiva, iniciando pela enumeração e pelo uso de árvores, avançando para o princípio multiplicativo e, posteriormente, para a formalização por fórmulas. A mediação via WhatsApp permitiu que os alunos compartilhassem estratégias, comparassem resoluções e recebessem feedback rápido, fortalecendo a compreensão conceitual e reduzindo o uso mecânico de fórmulas.

2.5 Ensino de Probabilidade no Ensino Médio

2.5.1 Probabilidade: significado e papel formativo

O ensino de Probabilidade no Ensino Médio contribui para que o estudante compreenda e modele fenômenos aleatórios, avalie riscos e tome decisões informadas. É

um conteúdo essencial para a leitura crítica de informações, especialmente em situações em que dados e incerteza estão presentes (jogos, previsões, estatísticas, riscos). No entanto, é também um dos temas em que a intuição entra em conflito com o formalismo matemático, gerando concepções equivocadas persistentes.

2.5.2 Intuição x formalização: onde surgem os equívocos

Entre os equívocos mais comuns:

- acreditar que “resultados anteriores influenciam os próximos” (falácia do jogador);
- confundir “mais provável” com “certeza”;
- considerar eventos como equiprováveis sem justificar;
- interpretar probabilidade como opinião, não como medida.

Esses equívocos mostram que Probabilidade não pode ser tratada apenas como “substituir valores em fórmula”; exige construção de significado e validação.

2.5.3 Conceitos estruturantes: espaço amostral e evento

A base clássica é a definição: $P(A) = \frac{|A|}{|\Omega|}$ quando o espaço amostral Ω é finito e equiprovável.

Mas o ponto crítico é construir Ω . Alunos frequentemente não conseguem listar possibilidades sem omissões ou repetições. Por isso, a Probabilidade deve ser ensinada junto de ferramentas combinatórias (árvores, tabelas e contagens).

Exemplo: Lança-se dois dados. Qual a probabilidade da soma ser 7?

Aqui Ω tem 36 pares ordenados equiprováveis. O evento “soma 7” tem 6 resultados. Logo $P = \frac{6}{36} = \frac{1}{6}$.

O erro comum: contar apenas as somas possíveis (2 a 12) e dizer “1 em 11”, ignorando não equiprobabilidade.

2.5.4 Frequência relativa e experimentação

A articulação entre probabilidade teórica e frequência relativa é essencial:

- alunos podem simular experimentos (moeda, dado, sorteios);
- registrar resultados;

- comparar aproximação com o valor teórico.

Esse procedimento torna visível que a probabilidade é uma medida que se estabiliza com repetição, ajudando a combater crenças intuitivas inadequadas.

2.5.5 Eventos independentes, dependentes e condicionais

Outro núcleo de dificuldade é compreender independência:

- Eventos independentes: $P(A \cap B) = P(A) \cdot P(B)$.
- Condicional: $P(A | B) = \frac{P(A \cap B)}{P(B)}$

O estudante precisa reconhecer quando a informação “B ocorreu” altera o universo possível. Muitos erros surgem ao aplicar multiplicação sem redefinir o espaço amostral.

Exemplo clássico: urna com bolas. “Sem reposição” altera probabilidades; “com reposição” mantém. Esse contraste é decisivo para compreender dependência.

2.5.6 Erros típicos e intervenções didáticas

Erros recorrentes em Probabilidade:

- assumir equiprobabilidade indevida;
- não construir Ω (ou construir errado);
- confundir “evento” com “resultado”;
- usar adição em casos não exclusivos;
- usar multiplicação em casos dependentes;
- interpretar “ao menos um” como “exatamente um”.

Intervenção didática eficiente: trabalhar famílias de problemas com pequenas variações (com/sem reposição; com/sem ordem; “ao menos um” vs “exatamente um”), para forçar o aluno a justificar a estrutura do raciocínio.

2.5.7 Metodologias ativas aplicadas à Probabilidade

Probabilidade é altamente adequada para metodologias ativas porque envolve:

- simulação e experimentação;
- discussão de estratégias;

- validação coletiva.

Na Sala de Aula Invertida, o aluno chega com noções iniciais (definições, exemplos simples) e o tempo presencial é dedicado a problemas mais ricos, discussão de equívocos e atividades de simulação.

Na ABP, situações contextualizadas (jogos, sorteios, riscos) funcionam como gatilho para modelar o evento, construir Ω , justificar e calcular.

2.5.8 Articulação com o produto educacional

A sequência didática desta dissertação contempla problemas probabilísticos articulados à combinatória, com progressão: construção de espaço amostral → eventos → probabilidade clássica → dependência/independência em situações escolares. O WhatsApp amplia a mediação: discussão de resoluções, comparação de estratégias e feedback rápido; e os vídeos selecionados funcionam como suporte de estudo prévio, garantindo que o encontro presencial seja centrado em resolução, argumentação e correção de concepções alternativas.

2.5.9 Construção do espaço amostral: ponto crítico da aprendizagem

Exemplo 2.5.1 — Soma de dois dados

Ao lançar dois dados honestos, qual a probabilidade de a soma ser 8?

Solução comentada:

O espaço amostral é composto por 36 pares ordenados equiprováveis.

O evento “soma 8” corresponde aos pares:

(2,6),(3,5),(4,4),(5,3),(6,2),

totalizando 5 casos favoráveis.

Logo:

$$P(\text{soma} = 8) = \frac{5}{36}.$$

Erro típico:

Considerar apenas as somas possíveis (2 a 12) e concluir 1/11. Esse erro revela dificuldade em compreender equiprobabilidade, ponto que deve ser explorado com árvores ou tabelas.

2.5.10 Probabilidade condicional: redefinição do espaço amostral

Exemplo 2.5.2 — Urna sem reposição

Uma urna contém 3 bolas vermelhas e 2 azuis. Duas bolas são retiradas sem reposição. Qual a probabilidade de ambas serem vermelhas?

Solução comentada:

- Probabilidade da primeira ser vermelha: $3/5$;
- Probabilidade da segunda ser vermelha, dado que a primeira foi vermelha: $2/4$.

Logo:

$$P = \frac{3}{5} \cdot \frac{2}{4} = \frac{6}{20} = \frac{3}{10}.$$

Intervenção pedagógica:

Comparar com o mesmo problema com reposição evidencia a noção de dependência. Essa comparação é especialmente produtiva em atividades investigativas.

2.5.11 Eventos independentes e a falácia do jogador

Exemplo 2.5.3 — Lançamento de moeda

Uma moeda justa foi lançada cinco vezes e saiu “cara” em todas. Qual a probabilidade de sair “cara” no sexto lançamento?

Solução comentada:

Os eventos são independentes. Logo:

$$P(\text{cara}) = \frac{1}{2}.$$

Discussão didática:

Muitos estudantes acreditam que “agora deve sair coroa”. Trabalhar esse exemplo em grupo permite confrontar intuição e formalismo matemático, fortalecendo a compreensão conceitual de independência.

2.5.12 Probabilidade e frequência relativa

Exemplo 2.5.4 — Simulação experimental

Ao lançar uma moeda 100 vezes, obtiveram-se 56 caras e 44 coroas.

A frequência relativa de caras foi:

$$\frac{56}{100} = 0,56.$$

Esse valor se aproxima de 0,5, ilustrando que, com aumento do número de repetições, a frequência tende à probabilidade teórica.

Aplicação didática:

Esse tipo de atividade pode ser mediado pelo WhatsApp, com grupos registrando resultados e comparando frequências, fortalecendo a articulação entre teoria e prática.

2.5.13 Implicações para o produto educacional

A sequência didática contempla problemas clássicos e situações experimentais, priorizando a construção do espaço amostral, a identificação de eventos e a análise de dependência. A mediação digital permitiu ampliar a discussão para além da sala de aula, favorecendo a argumentação matemática e a correção de concepções equivocadas, especialmente aquelas relacionadas à intuição probabilística.

2.6 Características do Ensino de Matemática no Contexto Brasileiro

O ensino de Matemática no contexto brasileiro tem sido historicamente marcado por desafios estruturais, pedagógicos e socioculturais que impactam diretamente o desempenho e a relação dos estudantes com a disciplina. Avaliações em larga escala, como o SAEB e o ENEM, evidenciam dificuldades persistentes dos alunos na interpretação de problemas, no raciocínio lógico e na aplicação de conceitos matemáticos em situações contextualizadas, especialmente nos conteúdos de análise combinatória e probabilidade. Esses resultados indicam que o problema não se restringe ao domínio técnico de fórmulas, mas envolve aspectos mais profundos relacionados à forma como a Matemática é ensinada e aprendida nas escolas brasileiras.

Tradicionalmente, o ensino de Matemática no Brasil tem se apoiado em práticas pedagógicas centradas na exposição do professor e na resolução mecânica de exercícios, priorizando a memorização de procedimentos em detrimento da compreensão conceitual. Essa abordagem, frequentemente denominada de ensino transmissivo, tende a apresentar a Matemática como um conjunto de regras abstratas e desconectadas da realidade dos estudantes, o que contribui para a construção de uma imagem negativa da disciplina. Como consequência, muitos alunos desenvolvem sentimentos de ansiedade, desmotivação e aversão à Matemática, fenômeno amplamente discutido na literatura da Educação Matemática.

No Ensino Médio, esse cenário se intensifica, uma vez que os conteúdos tornam-se mais abstratos e formalizados, exigindo maior capacidade de generalização e raciocínio lógico. Tópicos como análise combinatória e probabilidade, embora presentes em situações cotidianas, são frequentemente ensinados por meio de fórmulas prontas, sem que os alunos compreendam os princípios que as fundamentam. A ênfase excessiva em técnicas algorítmicas, como o uso automático de arranjos, combinações e permutações, dificulta a construção do significado matemático e favorece erros conceituais recorrentes, como a confusão entre situações em que a ordem importa ou não.

Outro aspecto relevante do ensino de Matemática no contexto brasileiro refere-se à fragmentação curricular. Os conteúdos são, em geral, apresentados de forma compartimentada, com pouca articulação entre diferentes temas e escassa contextualização interdisciplinar. Essa fragmentação impede que o aluno perceba a Matemática como uma ciência coerente e integrada, capaz de explicar e modelar fenômenos do mundo real. No caso específico da probabilidade, essa desarticulação compromete a compreensão de conceitos fundamentais, como espaço amostral, eventos dependentes e independentes, e frequência relativa, que exigem uma abordagem conceitual e exploratória.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) propõe uma mudança nesse paradigma ao enfatizar o desenvolvimento de competências e habilidades, como o raciocínio matemático, a resolução de problemas, a argumentação e a comunicação matemática. No entanto, a implementação dessas diretrizes enfrenta desafios significativos, sobretudo na rede pública, onde questões como carga horária elevada, turmas numerosas e carência de recursos didáticos dificultam a adoção de práticas pedagógicas inovadoras. Nesse contexto, torna-se fundamental investigar estratégias que possam ser implementadas com recursos acessíveis e que favoreçam a aprendizagem ativa dos estudantes.

A formação docente é outro fator determinante para compreender as características do ensino de Matemática no Brasil. Muitos professores, embora possuam sólida formação teórica em conteúdos matemáticos, tiveram pouca ou nenhuma vivência com metodologias ativas durante sua formação inicial. Como resultado, reproduzem em sala de aula modelos tradicionais de ensino, baseados na exposição e na resolução de exercícios padronizados. A ausência de formação continuada voltada para práticas inovadoras limita a capacidade dos docentes de diversificar estratégias e de promover

situações de aprendizagem mais significativas.

Além disso, o contexto sociocultural dos estudantes brasileiros exerce influência direta sobre o processo de aprendizagem matemática. Em muitas realidades, os alunos enfrentam dificuldades relacionadas ao letramento, à interpretação de textos e à linguagem simbólica, o que impacta diretamente a resolução de problemas matemáticos. No caso da análise combinatória e da probabilidade, a dificuldade em compreender enunciados e em identificar informações relevantes compromete a construção do raciocínio matemático, mesmo quando o aluno domina procedimentos básicos.

Outro desafio recorrente no ensino de Matemática no Brasil é a valorização excessiva do resultado final em detrimento do processo de resolução. Avaliações tradicionais, centradas em respostas corretas ou incorretas, pouco exploram as estratégias utilizadas pelos alunos e não favorecem a reflexão sobre erros. Essa cultura avaliativa contribui para a ideia de que errar em Matemática é sinal de incapacidade, o que desestimula a participação e a experimentação. Em contrapartida, abordagens que valorizam o erro como parte do processo de aprendizagem permitem ao aluno analisar seus próprios raciocínios e desenvolver maior autonomia intelectual.

No contexto específico do Ensino Médio em tempo integral, como no caso do IEMA Pleno, surgem oportunidades para a implementação de práticas pedagógicas mais dinâmicas, que integrem diferentes tempos e espaços de aprendizagem. O uso de tecnologias digitais, como grupos de WhatsApp, amplia o ambiente de aprendizagem para além da sala de aula, possibilitando a troca de ideias, o compartilhamento de estratégias e o acompanhamento contínuo do processo de aprendizagem. Essas ferramentas, quando utilizadas de forma pedagógica, podem minimizar limitações estruturais e favorecer a participação ativa dos estudantes.

Nesse cenário, as metodologias ativas apresentam-se como uma alternativa viável e promissora para enfrentar os desafios do ensino de Matemática no contexto brasileiro. Ao colocar o aluno no centro do processo de aprendizagem, essas metodologias favorecem a construção do conhecimento por meio da investigação, da resolução de problemas e da colaboração. No ensino de análise combinatória e probabilidade, em particular, essas abordagens permitem explorar situações concretas, simulações e experimentos, contribuindo para a compreensão conceitual e para o desenvolvimento do pensamento probabilístico.

Assim, compreender as características do ensino de Matemática no Brasil é fundamental para justificar a adoção de metodologias ativas e para fundamentar o desenvolvimento de produtos educacionais que dialoguem com a realidade das escolas públicas. A proposta investigada nesta dissertação insere-se nesse contexto, buscando contribuir para a superação de práticas tradicionais e para a promoção de uma aprendizagem matemática mais significativa, crítica e contextualizada, alinhada às demandas contemporâneas da educação básica.

2.7 Abordagens Pedagógicas no Ensino de Matemática

As abordagens pedagógicas adotadas no ensino de Matemática exercem influência direta sobre a forma como os estudantes compreendem, interpretam e se relacionam com os conceitos matemáticos. Ao longo da história da educação brasileira, predominou um modelo de ensino baseado na transmissão de conteúdos, no qual o professor assume o papel central e o aluno atua como receptor passivo do conhecimento. Embora esse modelo tenha contribuído para a sistematização dos conteúdos matemáticos, ele se mostra limitado quando se busca promover aprendizagens significativas, especialmente em conteúdos que exigem raciocínio, interpretação e tomada de decisão, como a análise combinatória e a probabilidade.

No Ensino Médio, as limitações das abordagens tradicionais tornam-se mais evidentes, uma vez que os conteúdos matemáticos apresentam maior nível de abstração e complexidade. A ênfase excessiva na aplicação de fórmulas e algoritmos, sem a devida exploração conceitual, tende a gerar uma aprendizagem mecânica, pouco duradoura e de difícil aplicação em contextos distintos. Essa realidade reforça a necessidade de repensar as abordagens pedagógicas, buscando estratégias que favoreçam o protagonismo do estudante e a construção ativa do conhecimento matemático.

Uma das abordagens pedagógicas mais discutidas no contexto contemporâneo é a Resolução de Problemas, entendida não apenas como um conjunto de exercícios aplicados ao final de um conteúdo, mas como eixo estruturante do processo de ensino-aprendizagem. Ao trabalhar a Matemática a partir de problemas desafiadores, o professor cria situações que exigem do aluno a mobilização de conhecimentos prévios, a formulação de hipóteses, a escolha de estratégias e a validação de resultados. No ensino de análise combinatória e probabilidade, essa abordagem é particularmente relevante, pois permite explorar situações reais que envolvem contagem, escolha, incerteza e aleatoriedade.

A Resolução de Problemas favorece o desenvolvimento do raciocínio lógico e da argumentação matemática, uma vez que os alunos são incentivados a explicar seus procedimentos e justificar suas respostas. Além disso, essa abordagem contribui para a superação da visão da Matemática como um conjunto de regras prontas, ao evidenciar que diferentes estratégias podem conduzir a uma mesma solução. Essa pluralidade de caminhos é fundamental para a construção de uma aprendizagem mais flexível e significativa.

Outra abordagem pedagógica de destaque é a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), que amplia os pressupostos da Resolução de Problemas ao propor situações mais abertas e contextualizadas, geralmente relacionadas a problemas do cotidiano. Na ABP, os alunos trabalham em grupos, investigam possíveis soluções, discutem ideias e constroem coletivamente o conhecimento, com o professor atuando como mediador do processo. No ensino de Matemática, essa abordagem favorece a integração entre conceitos e a aplicação prática do conhecimento, especialmente em conteúdos como probabilidade, nos quais a interpretação do contexto é fundamental.

A Sala de Aula Invertida configura-se como outra abordagem pedagógica relevante para o ensino de Matemática no Ensino Médio. Ao inverter a lógica tradicional do ensino, essa metodologia permite que os alunos tenham contato prévio com os conteúdos teóricos, por meio de textos, vídeos ou outros materiais selecionados pelo professor. Dessa forma, o tempo em sala de aula pode ser utilizado para a resolução de problemas, a realização de experimentos, a discussão de estratégias e o esclarecimento de dúvidas. Essa organização do tempo pedagógico contribui para um acompanhamento mais individualizado das dificuldades dos alunos.

No contexto do ensino de análise combinatória e probabilidade, a Sala de Aula Invertida possibilita que os estudantes cheguem à aula já familiarizados com conceitos básicos, como espaço amostral, eventos e princípios de contagem. Assim, as atividades presenciais podem ser direcionadas à exploração de situações mais complexas, à análise de erros conceituais e à construção coletiva do raciocínio probabilístico. Essa abordagem também favorece o desenvolvimento da autonomia, uma vez que o aluno passa a assumir maior responsabilidade pelo próprio aprendizado.

A Aprendizagem Colaborativa é outra abordagem pedagógica que se mostra especialmente eficaz no ensino de Matemática. Ao trabalhar em grupos, os alunos têm a oportunidade de compartilhar ideias, confrontar diferentes estratégias e construir soluções

de forma coletiva. Esse processo contribui para o desenvolvimento da comunicação matemática e da argumentação, habilidades essenciais para a compreensão dos conceitos. No ensino de probabilidade, por exemplo, a discussão em grupo permite explicitar concepções intuitivas e analisá-las à luz dos princípios matemáticos, favorecendo a superação de equívocos comuns.

Além disso, a Aprendizagem Colaborativa contribui para a criação de um ambiente de aprendizagem mais inclusivo, no qual os alunos se sentem mais seguros para expressar dúvidas e testar hipóteses. Essa abordagem é particularmente relevante em turmas heterogêneas, comuns na escola pública, pois permite que estudantes com diferentes níveis de conhecimento aprendam uns com os outros, fortalecendo o senso de pertencimento e cooperação.

O uso de Tecnologias Digitais também se configura como uma abordagem pedagógica significativa no ensino de Matemática. Ferramentas digitais possibilitam a visualização de conceitos abstratos, a simulação de experimentos aleatórios e a exploração de diferentes representações matemáticas. No ensino de probabilidade, por exemplo, simuladores permitem observar a convergência entre frequências relativas e probabilidades teóricas, favorecendo a compreensão conceitual. Quando integradas a metodologias ativas, as tecnologias digitais ampliam as possibilidades de aprendizagem e tornam o ensino mais dinâmico.

No contexto das escolas públicas, o uso de tecnologias acessíveis, como aplicativos de comunicação e plataformas de compartilhamento de conteúdo, pode minimizar limitações estruturais e ampliar o tempo de aprendizagem. A mediação pedagógica por meio desses recursos favorece a continuidade das discussões iniciadas em sala de aula e permite o acompanhamento mais próximo do processo de aprendizagem dos alunos.

Outra abordagem pedagógica relevante é a Avaliação Formativa, entendida como parte integrante do processo de ensino-aprendizagem. Diferentemente das avaliações tradicionais, centradas na classificação, a avaliação formativa busca acompanhar o desenvolvimento do aluno, identificar dificuldades e orientar intervenções pedagógicas. No ensino de Matemática, essa abordagem permite valorizar o processo de resolução, as estratégias utilizadas e a evolução do raciocínio matemático, especialmente em conteúdos que exigem compreensão conceitual, como a análise combinatória e a probabilidade.

A avaliação formativa contribui para a construção de uma cultura de aprendizagem na qual o erro é compreendido como parte do processo e não como fracasso. Ao analisar erros e discutir estratégias alternativas, os alunos desenvolvem maior consciência sobre seus próprios processos de aprendizagem e fortalecem a autonomia intelectual. Essa perspectiva é coerente com as metodologias ativas e com os objetivos formativos do Ensino Médio.

Dessa forma, as abordagens pedagógicas contemporâneas no ensino de Matemática convergem para a necessidade de superar práticas tradicionais e promover uma aprendizagem mais ativa, significativa e contextualizada. A articulação entre Resolução de Problemas, metodologias ativas, aprendizagem colaborativa, uso de tecnologias e avaliação formativa constitui um conjunto de estratégias capazes de favorecer o desenvolvimento do raciocínio matemático e do pensamento crítico. Essas abordagens fundamentam a proposta investigada nesta dissertação e sustentam a elaboração do produto educacional voltado ao ensino de análise combinatória e probabilidade no Ensino Médio.

2.8 Formação Docente e Práticas Pedagógicas em Matemática

A formação docente constitui um dos pilares fundamentais para a melhoria do ensino de Matemática na Educação Básica. A qualidade das práticas pedagógicas desenvolvidas em sala de aula está diretamente relacionada à formação inicial e continuada dos professores, bem como às concepções de ensino e aprendizagem que orientam sua atuação. No contexto brasileiro, observa-se que muitos desafios enfrentados no ensino de Matemática decorrem não apenas das dificuldades inerentes aos conteúdos, mas também das limitações na preparação pedagógica dos docentes para lidar com metodologias que favoreçam a aprendizagem significativa.

A formação inicial dos professores de Matemática, em muitos cursos de licenciatura, historicamente priorizou o domínio dos conteúdos matemáticos formais, relegando a segundo plano as discussões didático-pedagógicas e metodológicas. Embora o domínio conceitual seja indispensável, ele não é suficiente para garantir uma prática pedagógica eficaz no Ensino Médio, especialmente em conteúdos que exigem interpretação, argumentação e tomada de decisão, como a análise combinatória e a probabilidade. A ausência de uma formação pedagógica sólida contribui para a reprodução de práticas tradicionais centradas na exposição e na resolução mecânica de exercícios.

Nesse sentido, a formação docente precisa ser compreendida como um processo contínuo e dinâmico, que se estende ao longo de toda a carreira profissional. A formação continuada assume papel central na atualização das práticas pedagógicas e na incorporação de novas abordagens de ensino. Programas de formação que promovem a reflexão sobre a prática, a análise de resultados e o compartilhamento de experiências entre professores favorecem a construção de saberes profissionais contextualizados e alinhados às demandas contemporâneas da educação matemática.

A incorporação de metodologias ativas no ensino de Matemática exige do professor um conjunto de competências que vai além do conhecimento técnico dos conteúdos. O docente precisa ser capaz de planejar situações-problema, mediar discussões, interpretar as estratégias utilizadas pelos alunos e intervir pedagogicamente de forma intencional. Essa mudança de postura implica a superação do papel tradicional de transmissor de conteúdos e a adoção de uma atuação mais mediadora e investigativa, na qual o professor acompanha o processo de aprendizagem dos estudantes e orienta a construção do conhecimento.

No ensino de análise combinatória e probabilidade, a formação docente assume relevância ainda maior, uma vez que esses conteúdos costumam ser abordados de forma excessivamente algorítmica. Muitos professores, ao não se sentirem seguros quanto à abordagem conceitual desses temas, recorrem à apresentação de fórmulas prontas e exercícios padronizados. Essa prática limita a compreensão dos princípios matemáticos subjacentes e dificulta o desenvolvimento do pensamento combinatório e probabilístico dos alunos. A formação continuada pode contribuir para ampliar o repertório metodológico do professor e favorecer abordagens mais exploratórias e contextualizadas.

Outro aspecto essencial da formação docente refere-se à capacidade de utilizar recursos tecnológicos de forma pedagógica. O uso de tecnologias digitais no ensino de Matemática não se restringe à adoção de ferramentas, mas envolve a integração desses recursos às estratégias de ensino de maneira intencional. Plataformas digitais, simuladores e aplicativos de comunicação podem ampliar o tempo e o espaço de aprendizagem, permitindo a realização de atividades investigativas, a simulação de experimentos aleatórios e o acompanhamento contínuo do processo de aprendizagem dos alunos.

No contexto das escolas públicas, em que muitas vezes há limitações de infraestrutura, a formação docente deve considerar o uso de tecnologias acessíveis e

amplamente difundidas, como aplicativos de mensagens instantâneas. Esses recursos, quando utilizados com intencionalidade pedagógica, podem favorecer a interação entre professor e alunos, o compartilhamento de materiais e a continuidade das discussões iniciadas em sala de aula. A formação do professor para o uso crítico e pedagógico dessas ferramentas é, portanto, um elemento central para a implementação de práticas inovadoras.

A prática pedagógica em Matemática também está diretamente relacionada às concepções de avaliação adotadas pelo professor. Avaliações centradas exclusivamente em resultados finais tendem a reforçar uma aprendizagem superficial e mecanizada. Em contrapartida, a avaliação formativa, integrada ao processo de ensino-aprendizagem, permite ao professor acompanhar a evolução do raciocínio dos alunos, identificar dificuldades conceituais e planejar intervenções pedagógicas mais eficazes. A formação docente deve contemplar discussões sobre avaliação formativa e sobre estratégias de feedback que promovam a aprendizagem.

No ensino de probabilidade, por exemplo, a análise das estratégias utilizadas pelos alunos na resolução de problemas pode revelar concepções intuitivas equivocadas que não seriam identificadas em avaliações tradicionais. Ao valorizar o processo de resolução e a argumentação matemática, o professor contribui para o desenvolvimento da autonomia intelectual dos estudantes e para a construção de uma postura investigativa diante das situações de incerteza.

A reflexão sobre a própria prática constitui outro elemento fundamental da formação docente. Professores que analisam criticamente suas estratégias de ensino, os resultados obtidos e as dificuldades enfrentadas pelos alunos tendem a desenvolver práticas pedagógicas mais conscientes e intencionais. Essa reflexão pode ser potencializada por meio de registros, discussões coletivas e pesquisas desenvolvidas no próprio contexto escolar, caracterizando uma perspectiva de pesquisa-ação. No âmbito do PROFMAT, essa articulação entre teoria e prática é particularmente relevante, uma vez que valoriza a investigação da própria prática docente como fonte de produção de conhecimento.

A formação docente também deve considerar a diversidade presente nas salas de aula do Ensino Médio. Alunos com diferentes ritmos de aprendizagem, trajetórias escolares e contextos socioculturais demandam práticas pedagógicas flexíveis e inclusivas. O professor de Matemática precisa estar preparado para adaptar estratégias,

propor diferentes formas de representação e valorizar múltiplos caminhos de resolução. As metodologias ativas favorecem essa flexibilização ao permitir que os alunos participem ativamente do processo de aprendizagem e construam o conhecimento a partir de suas experiências.

Além disso, a formação docente deve promover a articulação entre os conteúdos matemáticos e situações do cotidiano dos alunos. Essa contextualização contribui para atribuir significado aos conceitos e para superar a visão da Matemática como uma disciplina abstrata e distante da realidade. No ensino de análise combinatória e probabilidade, a utilização de exemplos relacionados a jogos, sorteios, decisões e situações de risco permite explorar conceitos matemáticos de forma mais próxima da vivência dos estudantes.

A atuação do professor como mediador do conhecimento implica, ainda, a criação de um ambiente de aprendizagem que valorize a participação, o diálogo e a colaboração. A formação docente deve enfatizar estratégias que favoreçam a interação entre os alunos, a discussão de ideias e a construção coletiva de soluções. Essas práticas contribuem para o desenvolvimento da comunicação matemática e para a consolidação dos conceitos, além de fortalecer habilidades socioemocionais relevantes para a formação integral dos estudantes.

Dessa forma, a formação docente e as práticas pedagógicas em Matemática estão intrinsecamente relacionadas à qualidade do ensino e à aprendizagem dos alunos. A adoção de metodologias ativas, a utilização pedagógica de tecnologias acessíveis, a valorização da avaliação formativa e a reflexão sobre a prática configuram-se como elementos centrais para a construção de um ensino de Matemática mais significativo. Essas dimensões fundamentam a proposta desta dissertação e justificam a elaboração de um produto educacional que dialogue com a realidade da escola pública e contribua para o aprimoramento das práticas docentes no Ensino Médio.

2.9 Intervenções com Metodologias Ativas no Ensino de Matemática

As intervenções pedagógicas baseadas em metodologias ativas têm se consolidado como estratégias relevantes para a melhoria do ensino de Matemática, especialmente no Ensino Médio, etapa em que os conteúdos exigem maior capacidade de abstração, interpretação e argumentação. Diferentemente das práticas tradicionais, essas intervenções buscam envolver o estudante de forma ativa na construção do conhecimento, atribuindo sentido aos conceitos matemáticos por meio da resolução de problemas, da

investigação e da colaboração. No contexto desta dissertação, as intervenções com metodologias ativas são compreendidas como ações planejadas, intencionais e fundamentadas teoricamente, voltadas para o desenvolvimento do raciocínio matemático em conteúdos específicos.

A implementação de intervenções pedagógicas requer planejamento cuidadoso, definição clara de objetivos e escolha de estratégias compatíveis com o perfil dos estudantes e com a realidade da escola. No ensino de Matemática, intervenções mal planejadas podem resultar apenas em mudanças superficiais na dinâmica da aula, sem impacto significativo na aprendizagem. Por esse motivo, as metodologias ativas devem ser compreendidas não como técnicas isoladas, mas como abordagens que reorganizam o processo de ensino-aprendizagem, redefinindo o papel do professor e do aluno.

No ensino de Análise Combinatória e Probabilidade, as intervenções pedagógicas assumem caráter ainda mais relevante, uma vez que esses conteúdos envolvem dificuldades conceituais recorrentes. Muitos estudantes apresentam obstáculos na compreensão de princípios de contagem, na construção do espaço amostral e na interpretação de eventos aleatórios. As intervenções com metodologias ativas permitem enfrentar essas dificuldades por meio de situações-problema que exigem análise, tomada de decisão e validação de estratégias, promovendo uma aprendizagem mais profunda e duradoura.

A Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) destaca-se como uma abordagem eficaz para intervenções em Matemática, pois coloca o problema no centro do processo de aprendizagem. Nas intervenções baseadas em ABP, os alunos são desafiados a resolver situações contextualizadas que demandam a mobilização de conhecimentos matemáticos e a construção de estratégias próprias. O professor atua como mediador, orientando o processo, questionando raciocínios e incentivando a argumentação matemática. Essa abordagem favorece o desenvolvimento da autonomia intelectual e da capacidade de resolver problemas não rotineiros.

No caso da Análise Combinatória, intervenções baseadas em ABP permitem explorar situações que envolvem organização de possibilidades, tomada de decisões e análise de restrições, como formação de equipes, criação de códigos, elaboração de senhas e organização de eventos. Esses contextos aproximam o conteúdo matemático da realidade dos estudantes e contribuem para a construção do raciocínio combinatório. Ao trabalhar em grupos, os alunos discutem diferentes estratégias, comparam soluções e

justificam procedimentos, fortalecendo a compreensão conceitual.

A Sala de Aula Invertida configura-se como outra estratégia central nas intervenções com metodologias ativas. Ao disponibilizar previamente os conteúdos introdutórios, essa abordagem possibilita que o tempo presencial seja utilizado para atividades de maior complexidade cognitiva, como a resolução de problemas desafiadores e a análise de erros conceituais. Nas intervenções realizadas no âmbito desta pesquisa, a Sala de Aula Invertida permitiu que os estudantes chegassem à aula com conhecimentos prévios sobre conceitos básicos, favorecendo discussões mais aprofundadas e intervenções pedagógicas mais eficazes.

A articulação entre Sala de Aula Invertida e ABP potencializa os efeitos das intervenções pedagógicas, ao combinar estudo prévio, resolução de problemas e discussão coletiva. Essa combinação é particularmente adequada para o ensino de Probabilidade, pois permite explorar situações aleatórias, simulações e experimentos, confrontando intuições iniciais com argumentos matemáticos formais. Ao analisar resultados e discutir estratégias, os alunos desenvolvem o pensamento probabilístico e aprimoram a compreensão de conceitos como independência, dependência e equiprobabilidade.

Outro aspecto relevante das intervenções com metodologias ativas é a mediação pedagógica realizada pelo professor. Durante as atividades, o docente observa as estratégias utilizadas pelos alunos, identifica dificuldades conceituais e intervém de forma pontual, orientando o raciocínio e promovendo ajustes necessários. Essa mediação exige do professor sensibilidade para interpretar as produções dos alunos e conhecimento profundo dos conteúdos matemáticos, de modo a conduzir as discussões sem retirar o protagonismo dos estudantes.

As intervenções pedagógicas também devem considerar a heterogeneidade das turmas do Ensino Médio, especialmente na escola pública. Estudantes com diferentes níveis de conhecimento, ritmos de aprendizagem e experiências prévias demandam estratégias flexíveis e inclusivas. As metodologias ativas favorecem essa flexibilização ao permitir múltiplos caminhos de resolução e ao valorizar o trabalho colaborativo. Durante as intervenções, alunos com maior domínio conceitual podem contribuir com colegas, promovendo aprendizagem mútua e fortalecimento do grupo.

A utilização de tecnologias digitais acessíveis constitui elemento central nas

intervenções com metodologias ativas. Ferramentas como aplicativos de comunicação, plataformas de compartilhamento de materiais e simuladores digitais ampliam o tempo e o espaço de aprendizagem, possibilitando a continuidade das discussões fora do ambiente presencial. No contexto desta pesquisa, o uso de grupos de WhatsApp permitiu a orientação dos estudantes, o esclarecimento de dúvidas e o compartilhamento de estratégias, fortalecendo o acompanhamento do processo de aprendizagem.

As intervenções pedagógicas devem estar articuladas a uma avaliação formativa, que acompanhe o desenvolvimento dos alunos ao longo das atividades. Em vez de focar apenas nos resultados finais, a avaliação formativa valoriza o processo de resolução, as estratégias adotadas e a evolução do raciocínio matemático. No ensino de Análise Combinatória e Probabilidade, essa perspectiva avaliativa permite identificar concepções equivocadas e planejar intervenções pedagógicas mais eficazes, contribuindo para a aprendizagem significativa.

No contexto das intervenções com metodologias ativas, o erro assume papel central como elemento de aprendizagem. Ao analisar erros e discutir estratégias alternativas, os alunos desenvolvem maior consciência sobre seus próprios processos de pensamento e fortalecem a autonomia intelectual. Essa abordagem contribui para a construção de uma relação mais positiva com a Matemática, reduzindo a ansiedade e o medo de errar, frequentemente associados à disciplina.

Outro aspecto importante das intervenções pedagógicas refere-se à sequência e progressão das atividades. Para que as metodologias ativas produzam resultados significativos, é fundamental que as atividades sejam organizadas de forma progressiva, respeitando o nível de complexidade dos conteúdos e as dificuldades dos estudantes. No ensino de Análise Combinatória e Probabilidade, essa progressão pode partir de situações simples e concretas, avançando gradualmente para problemas mais abstratos e generalizações matemáticas.

Dessa forma, as intervenções com metodologias ativas no ensino de Matemática configuram-se como estratégias eficazes para promover uma aprendizagem mais significativa, contextualizada e duradoura. Ao articular resolução de problemas, colaboração, mediação docente e uso pedagógico de tecnologias, essas intervenções contribuem para o desenvolvimento do raciocínio matemático e do pensamento crítico dos estudantes. Essas dimensões fundamentam a proposta investigada nesta dissertação e justificam a elaboração do produto educacional voltado ao ensino de Análise

Combinatória e Probabilidade no Ensino Médio.

3 METODOLOGIA

3.1 Abordagem e Delineamento da Pesquisa

A presente pesquisa adota uma abordagem metodológica de natureza quali-quantitativa, com o objetivo de investigar os efeitos da aplicação de metodologias ativas no ensino de Matemática no Ensino Médio. O estudo caracteriza-se como uma pesquisa de intervenção pedagógica, uma vez que propõe, implementa e avalia uma ação didática planejada em contexto real de sala de aula. A combinação de dados quantitativos e qualitativos possibilita uma análise mais abrangente dos impactos das metodologias adotadas no desempenho acadêmico e no engajamento dos estudantes.

Do ponto de vista do delineamento, o estudo caracteriza-se como uma pesquisa de intervenção pedagógica, inserida no contexto da prática docente da pesquisadora. Essa opção está alinhada aos pressupostos do mestrado profissional, que valoriza a investigação da própria prática e a produção de conhecimentos aplicados à realidade escolar. A intervenção foi planejada, executada e analisada com o objetivo de compreender como a utilização da Sala de Aula Invertida e da Aprendizagem Baseada em Problemas pode contribuir para a aprendizagem dos conteúdos de Análise Combinatória e Probabilidade no Ensino Médio.

3.2 Tipo e Natureza da Pesquisa

Quanto à natureza, a pesquisa classifica-se como aplicada, pois busca gerar conhecimentos voltados à resolução de problemas concretos do contexto educacional. Em relação à abordagem, apresenta caráter quali-quantitativo, sendo o aspecto quantitativo evidenciado pela comparação dos resultados dos testes de desempenho aplicados antes e após a intervenção pedagógica, enquanto o aspecto qualitativo se manifesta na análise das percepções dos alunos e das observações realizadas em sala de aula.

O caráter quantitativo da pesquisa manifesta-se na aplicação de testes diagnósticos e avaliativos, utilizados para comparar o desempenho dos alunos antes e após a intervenção, bem como entre os grupos experimental e de controle. Já o caráter qualitativo está presente na análise das respostas aos questionários de percepção e nas observações realizadas ao longo das atividades, registradas em diário de campo.

3.3 Contexto da Pesquisa, População e Amostra

A pesquisa foi realizada no Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IEMA Pleno de Coroatá), localizado no município de Coroatá, no estado do

Maranhão. Trata-se de uma instituição pública de Ensino Médio em tempo integral, que desenvolve uma proposta pedagógica voltada para a formação integral dos estudantes e para a utilização de metodologias inovadoras.

A população da pesquisa foi composta por estudantes da 2ª série do Ensino Médio, e a amostra selecionada incluiu quatro turmas, totalizando dois grupos:

- Grupo experimental, formado por duas turmas que participaram da intervenção pedagógica com metodologias ativas;
- Grupo de controle, formado por duas turmas que permaneceram com a abordagem tradicional de ensino.

A escolha das turmas ocorreu por conveniência, considerando a equivalência pedagógica entre elas, a disponibilidade da instituição e a atuação da pesquisadora como docente nas turmas envolvidas. Essa opção metodológica é comum em pesquisas educacionais de intervenção e não compromete os objetivos do estudo, uma vez que o foco está na análise dos efeitos da prática pedagógica em contexto real.

3.4 Descrição da Intervenção Pedagógica

A intervenção pedagógica foi desenvolvida ao longo de um bimestre letivo, com foco nos conteúdos de Análise Combinatória e Probabilidade, e fundamentada na aplicação das metodologias ativas Sala de Aula Invertida e Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP). A proposta teve como objetivo promover a participação ativa dos estudantes no processo de aprendizagem, favorecendo o desenvolvimento do raciocínio lógico, da autonomia e da capacidade de resolução de problemas matemáticos.

No grupo experimental, os alunos tiveram acesso prévio aos conteúdos teóricos por meio de videoaulas selecionadas e disponibilizadas via grupos de WhatsApp, utilizados como ambiente de apoio pedagógico para orientação, comunicação e acompanhamento das atividades. O tempo em sala de aula foi destinado, predominantemente, à resolução de problemas contextualizados, discussões em grupo e atividades investigativas, com a mediação da professora, que atuou como facilitadora do processo de aprendizagem.

A Aprendizagem Baseada em Problemas foi incorporada à intervenção por meio da proposição de situações-problema relacionadas ao cotidiano dos estudantes, envolvendo conceitos de contagem e probabilidade. Essas atividades foram desenvolvidas de forma colaborativa, incentivando a troca de ideias, a argumentação

matemática e a construção coletiva de estratégias de resolução.

O grupo controle desenvolveu os mesmos conteúdos curriculares ao longo do mesmo período letivo, porém por meio de uma abordagem de ensino tradicional, baseada em aulas expositivas e na resolução de exercícios conduzida pela professora, sem a utilização sistemática das metodologias ativas.

A intervenção pedagógica foi organizada a partir de uma sequência didática estruturada, composta por aulas planejadas de acordo com os princípios das metodologias ativas adotadas, contemplando momentos de estudo prévio, atividades práticas e avaliação formativa. A descrição completa da sequência didática e dos planos de aula utilizados encontra-se apresentada no Apêndice E.

3.5 Instrumentos de Coleta de Dados

Para a coleta de dados, foram utilizados diferentes instrumentos, de modo a possibilitar uma análise abrangente dos efeitos da intervenção pedagógica sobre a aprendizagem e o engajamento dos estudantes. Esses instrumentos contemplaram tanto aspectos quantitativos quanto qualitativos, permitindo a triangulação dos dados obtidos ao longo da pesquisa.

Inicialmente, foram aplicados testes de desempenho antes e após a intervenção pedagógica, com o objetivo de avaliar os conhecimentos prévios dos alunos e os avanços alcançados ao final do processo, nos conteúdos de Análise Combinatória e Probabilidade. O teste aplicado antes da intervenção teve caráter diagnóstico, enquanto o teste aplicado após a intervenção teve caráter avaliativo, possibilitando a comparação dos resultados entre o grupo experimental e o grupo controle (Apêndices A e B).

Com o intuito de analisar a percepção dos estudantes em relação às metodologias ativas adotadas, foram aplicados questionários de percepção aos alunos do grupo experimental. Esses questionários continham questões objetivas, organizadas em escala do tipo Likert, e questões abertas, visando investigar aspectos como engajamento, autonomia, participação nas aulas e compreensão dos conteúdos matemáticos trabalhados (Apêndices C e D).

Além disso, foi elaborado pela pesquisadora um relatório sintético dos resultados da intervenção pedagógica, no qual foram sistematizados os dados quantitativos e qualitativos obtidos a partir dos testes de desempenho, dos questionários de percepção e das observações realizadas durante as aulas. Esse relatório teve como finalidade

complementar a análise dos dados e subsidiar a discussão dos resultados apresentados ao longo do trabalho (Apêndice G).

A utilização conjunta desses instrumentos permitiu uma análise integrada dos dados, contribuindo para uma compreensão mais consistente dos impactos da aplicação das metodologias ativas no ensino de Matemática no Ensino Médio.

3.6 Procedimentos de Análise dos Dados

A análise dos dados foi realizada em duas dimensões complementares. Os dados quantitativos foram analisados por meio da comparação dos resultados dos testes de desempenho, buscando identificar possíveis diferenças entre o grupo experimental e o grupo de controle, bem como a evolução do desempenho dos alunos após a intervenção.

Os dados qualitativos foram analisados a partir da leitura e interpretação das respostas aos questionários de percepção e dos registros do diário de campo, permitindo identificar padrões relacionados ao engajamento, à participação e às atitudes dos estudantes em relação à Matemática. Essa análise integrada possibilitou uma compreensão mais ampla dos efeitos pedagógicos das metodologias ativas no contexto investigado.

3.7 Considerações Éticas

A pesquisa respeitou os princípios éticos da pesquisa educacional. A participação dos estudantes ocorreu de forma voluntária, com autorização da instituição escolar, garantindo-se o anonimato dos participantes e o uso dos dados exclusivamente para fins acadêmicos.

4 DISCUSSÕES E RESULTADOS

4.1 Organização dos dados e critérios de análise

A análise dos resultados desta pesquisa baseia-se nos dados coletados durante a intervenção pedagógica realizada no Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IEMA Pleno de Coroatá), envolvendo turmas da 2ª série do Ensino Médio. Os dados foram organizados em três eixos principais: (i) desempenho acadêmico dos estudantes, (ii) percepção discente sobre o processo de aprendizagem e (iii) observações em sala de aula registradas em diário de campo. Essa organização permitiu uma análise integrada dos efeitos das metodologias ativas, articulando aspectos quantitativos e qualitativos.

4.2 Resultados quantitativos: desempenho acadêmico

A análise dos testes de desempenho aplicados antes e após a intervenção revelou diferenças significativas entre os grupos experimental e de controle. No grupo experimental, observou-se um aumento médio de aproximadamente 24% a 28% no desempenho geral, enquanto o grupo de controle apresentou uma variação média inferior a 10%, mantendo resultados relativamente estáveis.

As médias finais evidenciaram essa diferença: enquanto o grupo de controle apresentou média próxima de 5,4 a 6,3, o grupo experimental alcançou médias entre 7,2 e 8,1, indicando um avanço consistente no desempenho acadêmico dos estudantes submetidos às metodologias ativas.

4.3 Resultados referentes à aprendizagem de Análise Combinatória

A Análise Combinatória constituiu um dos eixos centrais da intervenção pedagógica desenvolvida nesta pesquisa, por apresentar historicamente altos índices de dificuldade entre estudantes do Ensino Médio, especialmente no que se refere à interpretação de situações-problema, à identificação de restrições e à escolha adequada das estratégias de contagem. Nesse contexto, a aplicação de metodologias ativas buscou favorecer a compreensão conceitual e a superação de erros recorrentes observados no ensino tradicional desse conteúdo.

Os dados analisados neste tópico referem-se aos resultados obtidos nos testes de desempenho aplicados antes (pré-teste) e após (pós-teste) a intervenção pedagógica, envolvendo questões de Análise Combinatória, tais como princípio multiplicativo,

arranjos, combinações e problemas de contagem com e sem restrições. A comparação entre o grupo experimental e o grupo controle possibilitou identificar diferenças significativas no desempenho e na forma de resolução dos problemas.

No pré-teste, observou-se que tanto o grupo experimental quanto o grupo controle apresentavam desempenho semelhante em questões de Análise Combinatória, com médias aproximadas e elevado número de respostas incorretas. A maioria dos estudantes demonstrou dificuldades em reconhecer o tipo de contagem envolvida em cada situação, recorrendo frequentemente a tentativas intuitivas ou a fórmulas aplicadas de maneira inadequada. Esse resultado inicial indica que os grupos possuíam condições pedagógicas equivalentes antes da intervenção, o que reforça a validade da comparação posterior.

Após a implementação das metodologias ativas no grupo experimental, os resultados do pós-teste revelaram um avanço significativo no desempenho dos estudantes em Análise Combinatória. As médias obtidas nesse grupo apresentaram crescimento expressivo quando comparadas tanto aos seus próprios resultados iniciais quanto aos resultados do grupo controle, que manteve uma evolução discreta ao longo do mesmo período. Esse crescimento evidencia que a intervenção contribuiu de maneira efetiva para a aprendizagem dos conteúdos trabalhados.

Em questões envolvendo o princípio multiplicativo sem restrições, observou-se que os alunos do grupo experimental passaram a estruturar melhor o raciocínio de contagem, identificando corretamente as etapas do processo e multiplicando o número de possibilidades em cada fase. Diferentemente do pré-teste, no qual muitos estudantes apresentavam respostas fragmentadas ou incompletas, no pós-teste foi possível identificar resoluções mais organizadas, com justificativas coerentes e uso adequado da linguagem matemática.

Nos problemas que envolviam situações com restrições, como a exclusão de determinadas possibilidades ou a exigência de condições específicas, o grupo experimental apresentou avanços relevantes. Embora esse tipo de questão continue sendo mais desafiador, houve uma redução significativa nos erros relacionados à contagem excessiva ou à omissão de casos. Os estudantes demonstraram maior atenção à leitura do enunciado e passaram a utilizar estratégias como a separação de casos e a análise sistemática das possibilidades, o que indica um amadurecimento do raciocínio combinatório.

Em contrapartida, o grupo controle apresentou resultados mais modestos no pós-teste. Apesar de uma leve melhora nas médias, persistiram erros conceituais semelhantes aos observados no pré-teste, especialmente no uso inadequado de fórmulas de arranjo e combinação. Muitos estudantes continuaram aplicando fórmulas sem compreender o significado das variáveis envolvidas, o que resultou em respostas incorretas mesmo quando os cálculos estavam aritmeticamente corretos.

Outro aspecto relevante observado no grupo experimental foi a diversificação das estratégias de resolução. Durante a intervenção, as atividades propostas estimularam os alunos a discutir diferentes caminhos possíveis para resolver um mesmo problema, o que se refletiu nos testes aplicados posteriormente. Alguns estudantes passaram a utilizar esquemas, tabelas e diagramas de árvore para organizar o raciocínio, demonstrando maior domínio conceitual e autonomia na resolução dos problemas.

A análise comparativa dos resultados evidencia que o uso da sala de aula invertida e da aprendizagem baseada em problemas favoreceu uma compreensão mais profunda da Análise Combinatória, indo além da simples memorização de fórmulas. Ao serem expostos previamente aos conteúdos teóricos e, em seguida, desafiados a resolver problemas contextualizados em sala de aula, os alunos do grupo experimental desenvolveram maior capacidade de interpretar situações, identificar restrições e selecionar estratégias adequadas de contagem.

Esses resultados corroboram estudos que apontam que metodologias ativas contribuem para o desenvolvimento do raciocínio lógico-matemático, especialmente em conteúdos que exigem abstração e análise de múltiplas possibilidades. A Análise Combinatória, nesse sentido, mostrou-se um campo fértil para a aplicação dessas metodologias, uma vez que permite explorar problemas reais, incentivar a argumentação e promover a aprendizagem significativa.

De forma geral, os dados indicam que a intervenção pedagógica impactou positivamente a aprendizagem de Análise Combinatória no grupo experimental, tanto em termos de desempenho quantitativo quanto na qualidade das resoluções apresentadas. Esse avanço não foi observado com a mesma intensidade no grupo controle, o que reforça a eficácia das metodologias ativas como alternativa ao ensino tradicional desse conteúdo no Ensino Médio.

4.4 Análise dos erros mais recorrentes em Análise Combinatória

A análise qualitativa das resoluções apresentadas pelos estudantes nos testes diagnósticos, nas atividades desenvolvidas ao longo da intervenção e no teste pós-intervenção permitiu identificar um conjunto de erros recorrentes relacionados à aprendizagem de Análise Combinatória. O estudo desses erros é fundamental, pois possibilita compreender não apenas o que os alunos erram, mas também como constroem seus raciocínios e quais concepções equivocadas interferem na aprendizagem desse conteúdo.

No início da intervenção, tanto no grupo experimental quanto no grupo controle, observou-se a predominância de erros conceituais associados à interpretação dos enunciados. Muitos estudantes apresentaram dificuldade em compreender o que efetivamente estava sendo solicitado, especialmente em problemas que envolviam restrições ou múltiplas etapas de contagem. Esse tipo de dificuldade está frequentemente associado à leitura superficial do problema e à tentativa de aplicar fórmulas de maneira automática, sem uma análise prévia da situação proposta.

Um dos erros mais frequentes identificados foi a aplicação indevida do princípio multiplicativo. Em diversas situações, os alunos multiplicavam quantidades sem verificar se as escolhas eram independentes entre si. Esse erro revelou uma compreensão fragmentada do conceito de princípio multiplicativo, sendo tratado apenas como uma regra operacional, e não como uma ideia associada à contagem de possibilidades em etapas sucessivas. Após a intervenção, esse tipo de erro diminuiu significativamente no grupo experimental, enquanto permaneceu recorrente no grupo controle.

Outro erro comum esteve relacionado à confusão entre os conceitos de arranjo, permutação e combinação. No pré-teste, muitos estudantes utilizavam fórmulas de combinação em situações que exigiam arranjos ou vice-versa, demonstrando dificuldade em identificar a relevância da ordem dos elementos. Essa confusão conceitual é amplamente discutida na literatura da Educação Matemática e está associada ao ensino excessivamente formal, centrado na apresentação de fórmulas sem a devida contextualização.

Durante as atividades desenvolvidas com metodologias ativas, observou-se que a resolução colaborativa de problemas contribuiu para a redução desse tipo de erro no grupo experimental. Ao discutirem em grupo se a ordem dos elementos era relevante ou não, os alunos passaram a justificar suas escolhas e a compreender melhor as diferenças conceituais entre os tipos de contagem. No teste pós-intervenção, esse avanço ficou

evidente, uma vez que os estudantes passaram a empregar corretamente as estratégias de contagem, mesmo quando optavam por não utilizar fórmulas.

Outro erro recorrente identificado foi a contagem duplicada de casos. Em problemas que envolviam restrições ou a análise de diferentes situações, muitos alunos contabilizavam o mesmo caso mais de uma vez, especialmente quando não organizavam o raciocínio de forma sistemática. Esse tipo de erro foi particularmente frequente em questões de Análise Combinatória com restrições, como aquelas que envolvem exclusão de possibilidades ou condições específicas para a formação de conjuntos.

A intervenção pedagógica buscou enfrentar esse problema por meio do uso de estratégias visuais, como tabelas, esquemas e diagramas de árvore. Essas ferramentas auxiliaram os estudantes a visualizar todas as possibilidades de forma organizada, reduzindo significativamente a ocorrência de contagens repetidas. No grupo experimental, observou-se uma melhora substancial nesse aspecto, enquanto no grupo controle os erros de duplicidade permaneceram frequentes.

A dificuldade em lidar com problemas de contagem envolvendo o zero como possibilidade também foi identificada como um erro recorrente. Em algumas situações, os alunos excluía indevidamente casos válidos por acreditarem que determinadas escolhas não deveriam ser consideradas. Esse tipo de erro evidencia lacunas conceituais relacionadas à compreensão do conjunto de possibilidades e à necessidade de considerar todos os casos que atendem às condições do problema.

Além dos erros conceituais, foram identificados erros de natureza procedimental. Alguns estudantes demonstraram domínio parcial dos conceitos, mas cometeram equívocos na execução dos cálculos, como erros aritméticos ou no uso incorreto de fatoriais. Embora esses erros também tenham sido observados no grupo experimental, sua frequência diminuiu após a intervenção, indicando que o maior envolvimento dos alunos com as atividades e a possibilidade de discutir os procedimentos em sala contribuíram para maior atenção aos cálculos realizados.

Outro aspecto relevante foi a dificuldade de alguns estudantes em justificar suas respostas. No pré-teste, era comum a apresentação apenas do resultado final, sem qualquer explicação do raciocínio utilizado. Esse comportamento reflete uma prática escolar centrada na resposta correta, em detrimento do processo de resolução. Com a adoção das metodologias ativas, especialmente da aprendizagem baseada em problemas,

os alunos do grupo experimental passaram a explicitar melhor seus raciocínios, ainda que nem sempre chegassem à resposta correta.

Essa mudança de postura é particularmente importante no contexto da Análise Combinatória, em que a justificativa do raciocínio é essencial para validar a contagem realizada. A valorização do processo de resolução contribuiu para que os estudantes se tornassem mais conscientes de seus próprios erros, favorecendo a autorregulação da aprendizagem.

De maneira geral, a análise dos erros recorrentes evidencia que a dificuldade dos estudantes em Análise Combinatória não está restrita à complexidade do conteúdo, mas está fortemente relacionada à forma como ele é tradicionalmente ensinado. O predomínio de fórmulas e procedimentos descontextualizados tende a reforçar erros conceituais e a dificultar a construção de significados.

Os resultados obtidos indicam que a utilização de metodologias ativas favoreceu a redução dos erros mais frequentes no grupo experimental, especialmente aqueles relacionados à interpretação de enunciados, à identificação da relevância da ordem e à organização do raciocínio de contagem. Esses avanços não foram observados com a mesma intensidade no grupo controle, reforçando a importância de práticas pedagógicas que valorizem a participação ativa, a discussão e a reflexão no ensino de Análise Combinatória.

4.5 Análise comparativa das resoluções dos estudantes nos testes pré e pós-intervenção

A análise comparativa das resoluções apresentadas pelos estudantes nos testes pré e pós-intervenção constitui um elemento fundamental para a compreensão dos impactos das metodologias ativas na aprendizagem de Análise Combinatória. Mais do que observar a evolução das médias numéricas, essa análise permite identificar mudanças qualitativas na forma como os alunos interpretam os problemas, organizam o raciocínio e justificam suas respostas.

No teste diagnóstico inicial, observou-se que grande parte dos estudantes, tanto do grupo experimental quanto do grupo controle, apresentava resoluções pouco estruturadas. Em muitas questões, os alunos limitavam-se a apresentar cálculos isolados ou resultados finais, sem explicitar o raciocínio utilizado. Esse padrão evidencia uma aprendizagem predominantemente mecânica, marcada pela tentativa de aplicação direta de fórmulas, muitas vezes de maneira inadequada.

Em problemas que envolviam o princípio multiplicativo, por exemplo, era comum encontrar resoluções que multiplicavam valores sem considerar se as escolhas eram independentes. Em alguns casos, os estudantes sequer identificavam corretamente as etapas do processo de contagem, revelando dificuldades conceituais importantes. Esse comportamento foi recorrente nos dois grupos no pré-teste, indicando uma base conceitual fragilizada antes da intervenção pedagógica.

Após a implementação das metodologias ativas no grupo experimental, observou-se uma mudança significativa na organização das resoluções apresentadas no pós-teste. Os estudantes passaram a estruturar melhor seus raciocínios, identificando etapas, justificando escolhas e, em muitos casos, utilizando linguagem matemática adequada. Mesmo quando o resultado final não estava correto, o percurso de resolução revelava maior compreensão do problema proposto.

Em contraste, no grupo controle, as resoluções do pós-teste mantiveram características semelhantes às observadas no pré-teste. Persistiu a predominância de respostas diretas, com pouca ou nenhuma explicitação do raciocínio. Em questões que exigiam análise da relevância da ordem dos elementos, muitos estudantes continuaram aplicando fórmulas de forma automática, sem justificar a escolha entre arranjos, combinações ou permutações.

Um aspecto particularmente relevante da análise comparativa refere-se ao tratamento dado às questões com restrições. No pré-teste, a maioria dos estudantes apresentava dificuldades em organizar o raciocínio nesses problemas, frequentemente cometendo erros de contagem duplicada ou omitindo casos válidos. No pós-teste, os alunos do grupo experimental demonstraram maior cuidado na leitura dos enunciados e passaram a utilizar estratégias como a separação de casos, esquemas e tabelas para organizar as possibilidades.

Essa mudança não foi observada com a mesma intensidade no grupo controle. Em diversas resoluções, os estudantes continuaram apresentando erros semelhantes aos do pré-teste, indicando que o ensino tradicional não foi suficiente para promover uma reestruturação conceitual significativa nesse tipo de problema.

Outro elemento analisado foi o uso de representações auxiliares, como diagramas de árvore e tabelas de organização. No pré-teste, essas representações eram praticamente inexistentes nas resoluções dos alunos. Após a intervenção, entretanto, tornou-se comum

observar o uso desses recursos no grupo experimental, especialmente em problemas mais complexos. Esse fato evidencia que os estudantes passaram a adotar estratégias mais elaboradas para lidar com situações de contagem.

A comparação das resoluções também revelou avanços na capacidade de justificar as respostas. No grupo experimental, muitos alunos passaram a explicar verbalmente ou por escrito o motivo pelo qual determinada estratégia foi utilizada, mencionando, por exemplo, a importância ou não da ordem dos elementos. Esse tipo de argumentação matemática é um indicador relevante de aprendizagem significativa e de desenvolvimento do pensamento lógico.

No grupo controle, por outro lado, a justificativa das respostas permaneceu limitada. Em grande parte das resoluções, os alunos apresentaram apenas o resultado final, sem qualquer explicação adicional. Esse padrão reforça a ideia de que práticas pedagógicas centradas exclusivamente na exposição de conteúdos tendem a valorizar o produto final em detrimento do processo de aprendizagem.

A análise comparativa também permitiu identificar uma redução significativa nos erros conceituais no grupo experimental. Erros relacionados à confusão entre arranjos e combinações, à aplicação indevida do princípio multiplicativo e à contagem duplicada de casos tornaram-se menos frequentes no pós-teste. Embora esses erros não tenham sido completamente eliminados, sua redução indica um avanço importante na compreensão dos conceitos trabalhados.

Além disso, observou-se um aumento da autonomia dos estudantes do grupo experimental na resolução dos problemas. No pós-teste, muitos alunos demonstraram segurança para explorar diferentes estratégias e verificar a coerência de suas respostas, algo que raramente ocorria no pré-teste. Essa postura sugere o desenvolvimento de habilidades metacognitivas, estimuladas pelas metodologias ativas adotadas durante a intervenção.

De forma geral, a análise comparativa das resoluções evidencia que as metodologias ativas contribuíram para mudanças qualitativas importantes na aprendizagem de Análise Combinatória. Essas mudanças não se limitaram ao aumento das médias de desempenho, mas envolveram transformações na forma de pensar, organizar e justificar o raciocínio matemático. Tais avanços reforçam a eficácia da

intervenção pedagógica e evidenciam o potencial das metodologias ativas para promover uma aprendizagem mais profunda e significativa no ensino de Matemática.

4.6 Exemplos comentados de itens de Análise Combinatória e análise das estratégias de resolução

Com o objetivo de aprofundar a compreensão dos resultados quantitativos e qualitativos apresentados nas seções anteriores, esta subseção apresenta a análise detalhada de itens aplicados aos alunos relacionados aos conteúdos de Análise Combinatória. A escolha por discutir exemplos concretos de questões justifica-se pela necessidade de evidenciar, de forma mais clara, como os métodos ativos influenciaram as estratégias de resolução, o raciocínio matemático e a compreensão conceitual dos estudantes.

A Análise Combinatória, por sua natureza abstrata e pelo alto nível de formalização exigido, historicamente apresenta dificuldades significativas para os alunos do Ensino Médio. Erros recorrentes, como a aplicação inadequada de fórmulas, a confusão entre arranjos, combinações e permutações, bem como a dificuldade em interpretar corretamente as condições do problema, foram amplamente observados no pré-teste aplicado antes da intervenção pedagógica.

4.6.1 Item 1 – Princípio Multiplicativo

Um dos itens analisados envolvia a aplicação direta do princípio fundamental da contagem. O problema apresentava uma situação contextualizada, na qual o aluno deveria determinar o número total de possibilidades a partir de escolhas sucessivas e independentes.

No pré-teste, grande parte dos alunos do grupo experimental apresentou dificuldade em identificar corretamente as etapas do processo de contagem. Observou-se que muitos tentaram recorrer a fórmulas prontas, mesmo quando o problema exigia apenas o raciocínio multiplicativo básico. Esse comportamento evidencia uma aprendizagem mecanizada, característica de abordagens tradicionais, em que o aluno busca memorizar procedimentos sem compreender sua fundamentação.

Após a intervenção com metodologias ativas, especialmente com a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), os alunos passaram a estruturar melhor o raciocínio. Nas resoluções do pós-teste, foi possível observar que os estudantes identificaram claramente as etapas do processo e utilizaram o princípio multiplicativo de forma adequada, muitas

vezes acompanhando a resolução com esquemas, tabelas ou explicações escritas. Esse avanço indica uma mudança qualitativa na forma de pensar o problema, corroborando os pressupostos de Barrows (1986), segundo os quais a resolução de problemas favorece a construção significativa do conhecimento.

4.6.2 Item 2 – Permutações Simples

Outro item analisado tratava de permutações simples, envolvendo a organização de elementos distintos em diferentes ordens. No pré-teste, observou-se que muitos alunos aplicaram a fórmula de permutação sem compreender o significado do fatorial, limitando-se a cálculos mecânicos. Além disso, alguns erros estavam associados à interpretação incorreta do enunciado, como considerar situações em que a ordem não era relevante.

Com a aplicação da sala de aula invertida, os alunos tiveram acesso prévio a vídeos explicativos e exemplos resolvidos, o que permitiu que chegassem à aula presencial com maior familiaridade com o conteúdo. Durante as atividades em grupo, os estudantes discutiram diferentes formas de organizar os elementos e compreenderam o papel da ordem na contagem.

No pós-teste, verificou-se que a maioria dos alunos do grupo experimental conseguiu justificar corretamente o uso da permutação simples, explicando por que a ordem das escolhas alterava o resultado. Esse tipo de argumentação demonstra avanço no domínio conceitual, indo além da simples aplicação de fórmulas, conforme defendido por Ausubel (2003) no contexto da aprendizagem significativa.

4.6.3 Item 3 – Arranjos Simples

A análise de itens envolvendo arranjos simples revelou dificuldades específicas no pré-teste, sobretudo no que diz respeito à diferenciação entre arranjos e combinações. Muitos alunos aplicaram a fórmula de combinação de maneira inadequada, desconsiderando que a ordem dos elementos era relevante.

Durante a intervenção, a aprendizagem baseada em problemas possibilitou que os alunos comparassem diferentes situações de contagem, discutindo explicitamente quando a ordem deveria ou não ser considerada. Essa comparação foi fundamental para a superação de erros conceituais, uma vez que os estudantes passaram a analisar o contexto do problema antes de escolher o método de resolução.

No pós-teste, observou-se uma redução significativa desse tipo de erro. Os alunos passaram a identificar corretamente as características do problema e a selecionar o modelo matemático adequado. Esse resultado reforça a importância de estratégias pedagógicas que estimulem a análise crítica do enunciado, conforme apontado por Polya (1945) em seus estudos sobre resolução de problemas.

4.6.4 Item 4 – Combinações Simples

Os itens envolvendo combinações simples mostraram-se particularmente desafiadores no pré-teste. Muitos alunos demonstraram dificuldade em compreender que, nesse tipo de problema, a ordem dos elementos não altera o resultado. Como consequência, aplicaram fórmulas inadequadas ou apresentaram raciocínios inconsistentes.

Após a intervenção, especialmente por meio de atividades colaborativas, os alunos passaram a discutir exemplos concretos, como escolhas de grupos ou seleções de objetos, o que facilitou a compreensão do conceito de combinação. A contextualização dos problemas mostrou-se decisiva para que os estudantes percebessem a irrelevância da ordem em determinadas situações.

No pós-teste, os resultados indicaram melhora significativa na taxa de acertos, bem como maior clareza nas justificativas apresentadas pelos alunos. Esse avanço está em consonância com os estudos de Skovsmose (2000), que defendem a contextualização como elemento central para a compreensão matemática.

4.6.5 Análise comparativa das estratégias de resolução

De maneira geral, a análise dos exemplos comentados evidencia uma mudança substancial nas estratégias de resolução adotadas pelos alunos do grupo experimental. Enquanto no pré-teste predominavam tentativas mecânicas e uso inadequado de fórmulas, no pós-teste observou-se maior organização do raciocínio, uso consciente dos princípios da contagem e justificativas mais consistentes.

Os métodos ativos favoreceram a verbalização do pensamento matemático, o trabalho colaborativo e a reflexão sobre os próprios erros, aspectos fundamentais para o desenvolvimento da autonomia intelectual. Conforme defendido por Vygotsky (1991), a interação social e a mediação pedagógica desempenham papel central na construção do conhecimento, o que foi claramente observado durante a intervenção.

Além disso, a análise dos itens evidencia que os alunos passaram a cometer menos erros conceituais e a demonstrar maior segurança na resolução de problemas de Análise Combinatória. Esse resultado reforça a eficácia das metodologias ativas como estratégias pedagógicas capazes de promover aprendizagem significativa, especialmente em conteúdos tradicionalmente considerados abstratos e difíceis.

4.7 Resultados referentes à aprendizagem de Probabilidade

A Probabilidade constituiu o segundo eixo central da intervenção pedagógica desenvolvida nesta pesquisa e apresentou características próprias que a diferenciam da Análise Combinatória, especialmente no que se refere à interpretação de fenômenos aleatórios, à construção do espaço amostral e à compreensão da noção de chance. Historicamente, esses conteúdos apresentam dificuldades significativas para os estudantes do Ensino Médio, que frequentemente associam probabilidade apenas a cálculos mecânicos, sem compreender os conceitos subjacentes.

Os dados analisados nesta seção referem-se aos resultados obtidos nos testes de desempenho aplicados antes e após a intervenção pedagógica, bem como às resoluções produzidas pelos estudantes durante as atividades desenvolvidas em sala de aula. A comparação entre o grupo experimental e o grupo controle permitiu identificar diferenças relevantes tanto no desempenho quantitativo quanto na qualidade do raciocínio probabilístico apresentado.

No pré-teste, observou-se que os estudantes dos dois grupos apresentavam dificuldades semelhantes em conteúdos de Probabilidade. Grande parte dos alunos demonstrou fragilidade na identificação do espaço amostral, especialmente em situações que envolviam mais de um experimento aleatório. Em muitos casos, os estudantes recorriam a respostas intuitivas, baseadas em senso comum, sem realizar uma análise sistemática das possibilidades envolvidas.

Outro aspecto observado no pré-teste foi a confusão entre probabilidade e frequência absoluta. Muitos alunos interpretavam a probabilidade como a quantidade de vezes que um evento ocorre, sem relacioná-la à razão entre o número de casos favoráveis e o número total de casos possíveis. Esse tipo de equívoco indica uma compreensão superficial do conceito e reflete práticas pedagógicas centradas apenas na resolução de exercícios padronizados.

Após a implementação das metodologias ativas no grupo experimental, os resultados do pós-teste indicaram avanços significativos na aprendizagem de Probabilidade. As médias obtidas pelos alunos desse grupo apresentaram crescimento expressivo em comparação tanto aos seus próprios resultados iniciais quanto aos resultados do grupo controle, que manteve uma evolução mais discreta ao longo do mesmo período.

Em questões que envolviam a definição clássica de probabilidade, os alunos do grupo experimental passaram a identificar com maior clareza os eventos favoráveis e o espaço amostral. Observou-se que muitos estudantes passaram a organizar as possibilidades por meio de listas, tabelas ou diagramas, demonstrando maior controle do raciocínio probabilístico. Esse avanço foi menos evidente no grupo controle, no qual persistiram erros relacionados à omissão ou duplicação de casos.

Nos problemas que envolviam eventos compostos, como lançamentos sucessivos de moedas ou dados, o grupo experimental apresentou melhora significativa na compreensão da independência entre os eventos. No pré-teste, era comum que os alunos acreditassem que resultados anteriores influenciariam diretamente os resultados seguintes, evidenciando uma concepção equivocada sobre aleatoriedade. Após a intervenção, esse tipo de erro foi reduzido, indicando maior compreensão dos conceitos trabalhados.

Outro avanço relevante observado no grupo experimental refere-se à interpretação de situações probabilísticas contextualizadas. Durante as atividades baseadas em problemas, os alunos foram estimulados a analisar situações do cotidiano, como jogos, sorteios e experimentos simples, o que contribuiu para tornar o conceito de probabilidade mais significativo. No pós-teste, os estudantes demonstraram maior facilidade em relacionar os cálculos probabilísticos ao contexto apresentado no enunciado.

Em contrapartida, o grupo controle apresentou resultados mais modestos no pós-teste. Embora tenha ocorrido uma pequena melhora nas médias, persistiram dificuldades conceituais importantes, especialmente em questões que exigiam a construção explícita do espaço amostral ou a interpretação de eventos dependentes e independentes. Esses dados sugerem que a abordagem tradicional não foi suficiente para promover uma reestruturação conceitual significativa no ensino de Probabilidade.

As observações realizadas em sala de aula também corroboram os resultados quantitativos. No grupo experimental, os alunos demonstraram maior participação nas discussões, formulando hipóteses, questionando resultados e confrontando diferentes estratégias de resolução. Esse comportamento favoreceu a construção coletiva do conhecimento e contribuiu para o desenvolvimento do pensamento probabilístico.

Outro aspecto importante foi o uso de recursos digitais e videoaulas na etapa da sala de aula invertida. O acesso prévio aos conteúdos permitiu que os estudantes chegassem às aulas presenciais com maior familiaridade com os conceitos básicos, o que possibilitou um uso mais produtivo do tempo em sala para a resolução de problemas e esclarecimento de dúvidas. Esse fator foi apontado pelos próprios alunos como um elemento facilitador da aprendizagem.

De maneira geral, os resultados indicam que a intervenção pedagógica impactou positivamente a aprendizagem de Probabilidade no grupo experimental, tanto em termos de desempenho acadêmico quanto na qualidade das resoluções apresentadas. Os alunos passaram a demonstrar maior domínio conceitual, melhor organização do raciocínio e maior capacidade de interpretar situações aleatórias, avanços que não foram observados com a mesma intensidade no grupo controle.

Esses achados reforçam a importância da utilização de metodologias ativas no ensino de Probabilidade, especialmente quando associadas à contextualização dos problemas e à valorização do raciocínio em detrimento da simples aplicação de fórmulas. A aprendizagem de Probabilidade, nesse sentido, mostrou-se um campo propício para o desenvolvimento do pensamento crítico e da compreensão de fenômenos do cotidiano, contribuindo para uma formação matemática mais significativa no Ensino Médio.

4.8 Análise dos erros mais recorrentes em Probabilidade

A análise das resoluções apresentadas pelos estudantes nos testes diagnósticos, nas atividades desenvolvidas ao longo da intervenção e no teste pós-intervenção possibilitou identificar erros recorrentes relacionados à aprendizagem de Probabilidade. O estudo desses erros é fundamental para compreender as dificuldades conceituais enfrentadas pelos alunos e para avaliar de que maneira a intervenção pedagógica contribuiu para a superação dessas dificuldades.

No pré-teste, tanto no grupo experimental quanto no grupo controle, observou-se que muitos estudantes apresentavam uma compreensão intuitiva e pouco sistematizada

da Probabilidade. Em diversas situações, as respostas eram baseadas em senso comum ou em experiências pessoais, sem o respaldo de um raciocínio matemático estruturado. Esse tipo de comportamento evidencia uma concepção espontânea da Probabilidade, frequentemente observada no ensino básico.

Um dos erros mais recorrentes identificados foi a dificuldade na construção do espaço amostral. Muitos estudantes não conseguiam listar corretamente todos os resultados possíveis de um experimento aleatório, especialmente quando envolviam dois ou mais eventos sucessivos. Em alguns casos, os alunos omitiam resultados possíveis; em outros, repetiam casos equivalentes, comprometendo o cálculo final da probabilidade.

Outro erro frequente esteve relacionado à confusão entre evento, espaço amostral e probabilidade do evento. Alguns alunos apresentavam o conjunto de resultados possíveis como resposta final, sem realizar o cálculo da razão entre casos favoráveis e casos possíveis. Esse tipo de erro revela dificuldades conceituais na compreensão da definição clássica de probabilidade e indica a necessidade de maior ênfase na distinção entre esses conceitos durante o processo de ensino.

A confusão entre frequência e probabilidade também se mostrou recorrente no pré-teste. Em determinadas questões, os estudantes interpretavam a probabilidade como a quantidade de vezes que um evento ocorre, desconsiderando a relação proporcional envolvida. Esse erro é particularmente comum em situações que envolvem experimentos repetidos e demonstra a dificuldade dos alunos em compreender a probabilidade como uma medida teórica, e não apenas empírica.

Outro aspecto observado foi a dificuldade em lidar com eventos independentes e dependentes. No pré-teste, muitos alunos acreditavam que o resultado de um evento influenciaria diretamente o resultado seguinte, mesmo em experimentos independentes, como lançamentos sucessivos de moedas ou dados. Esse tipo de raciocínio indica uma compreensão equivocada da noção de aleatoriedade e independência, frequentemente associada ao chamado “viés do jogador”.

Durante a intervenção pedagógica, as metodologias ativas favoreceram a discussão desses erros em sala de aula. A aprendizagem baseada em problemas permitiu que os estudantes analisassem situações concretas, confrontassem hipóteses e refletissem coletivamente sobre os resultados obtidos. Esse processo contribuiu para a explicitação das concepções equivocadas e para a reconstrução dos conceitos probabilísticos.

No grupo experimental, observou-se uma redução significativa dos erros relacionados à construção do espaço amostral no pós-teste. Os alunos passaram a utilizar estratégias mais organizadas, como listas, tabelas e diagramas, para representar os resultados possíveis dos experimentos aleatórios. Esse avanço indica maior domínio conceitual e maior controle do raciocínio probabilístico.

A confusão entre frequência e probabilidade também foi reduzida no grupo experimental após a intervenção. Muitos estudantes passaram a justificar suas respostas com base na definição clássica de probabilidade, evidenciando a compreensão da relação entre casos favoráveis e casos possíveis. Esse avanço não foi observado com a mesma intensidade no grupo controle, no qual persistiram interpretações intuitivas e respostas baseadas em senso comum.

Outro erro que apresentou redução significativa no grupo experimental foi a interpretação inadequada de eventos independentes. Após a intervenção, os estudantes demonstraram maior clareza ao afirmar que eventos independentes não sofrem influência de resultados anteriores, especialmente quando apoiados por atividades práticas e experimentos simulados discutidos em sala de aula.

Entretanto, alguns erros permaneceram presentes mesmo após a intervenção, especialmente em problemas mais complexos que envolviam múltiplos eventos ou probabilidades condicionais. Esses resultados indicam que, embora as metodologias ativas tenham contribuído significativamente para a aprendizagem, determinados conceitos exigem maior tempo de maturação e aprofundamento, o que reforça a importância de uma abordagem contínua e progressiva do conteúdo.

No grupo controle, a análise dos erros no pós-teste revelou pouca evolução em relação ao pré-teste. Persistiram dificuldades na construção do espaço amostral, na identificação de eventos favoráveis e na compreensão da independência entre eventos. Esse cenário reforça a limitação de abordagens tradicionais quando utilizadas de forma isolada no ensino de Probabilidade.

De maneira geral, a análise dos erros recorrentes em Probabilidade evidencia que as dificuldades dos estudantes estão fortemente relacionadas à natureza abstrata do conteúdo e à forma como ele é tradicionalmente abordado em sala de aula. A intervenção pedagógica baseada em metodologias ativas mostrou-se eficaz na redução de erros

conceituais no grupo experimental, especialmente ao promover a participação ativa, a discussão coletiva e a reflexão sobre os próprios erros.

Esses resultados reforçam a importância de práticas pedagógicas que valorizem o raciocínio probabilístico, a construção de significados e a contextualização dos problemas, contribuindo para uma aprendizagem mais consistente e significativa da Probabilidade no Ensino Médio.

4.9 Análise comparativa das resoluções dos estudantes em Probabilidade nos testes pré e pós-intervenção

A análise comparativa das resoluções apresentadas pelos estudantes nos testes de Probabilidade, aplicados antes e após a intervenção pedagógica, permite compreender de forma mais aprofundada os efeitos das metodologias ativas sobre o desenvolvimento do raciocínio probabilístico. Essa análise vai além da comparação de médias, buscando identificar mudanças qualitativas nas estratégias de resolução, na interpretação dos problemas e na argumentação matemática dos alunos.

No teste pré-intervenção, observou-se que a maioria dos estudantes, tanto do grupo experimental quanto do grupo controle, apresentava resoluções pouco estruturadas. Em muitos casos, as respostas baseavam-se em intuições ou em tentativas de cálculo isoladas, sem a construção explícita do espaço amostral ou a identificação clara dos eventos envolvidos. Essa postura evidencia uma compreensão incipiente dos conceitos probabilísticos e uma forte dependência do senso comum.

Em problemas simples, como aqueles que envolviam um único experimento aleatório, alguns alunos conseguiram apresentar respostas corretas. No entanto, mesmo nesses casos, as resoluções raramente eram acompanhadas de justificativas consistentes. Quando solicitada a explicitação do raciocínio, muitos estudantes demonstravam dificuldades em explicar como chegaram ao resultado obtido, revelando uma aprendizagem superficial.

Após a intervenção pedagógica, observou-se uma mudança significativa na forma como os alunos do grupo experimental passaram a resolver os problemas de Probabilidade. No pós-teste, tornou-se comum a apresentação de resoluções mais organizadas, com identificação do espaço amostral, definição clara dos eventos favoráveis e justificativas baseadas em conceitos matemáticos. Mesmo quando o resultado final não estava correto, o percurso de resolução indicava maior compreensão dos conceitos envolvidos.

Nos problemas que envolviam eventos compostos, como lançamentos sucessivos de moedas ou dados, os alunos do grupo experimental demonstraram maior domínio da ideia de independência entre eventos. Diferentemente do pré-teste, no qual muitos acreditavam que resultados anteriores influenciariam os seguintes, no pós-teste os estudantes passaram a reconhecer que cada experimento é independente, desde que as condições iniciais se mantenham.

Em contraste, as resoluções apresentadas pelo grupo controle no pós-teste mantiveram características semelhantes às observadas no pré-teste. Persistiram respostas baseadas em intuição, ausência de organização do espaço amostral e dificuldade em justificar os resultados obtidos. Embora tenha ocorrido uma leve melhora em alguns casos, essa evolução não foi suficiente para indicar uma mudança conceitual significativa.

Outro aspecto relevante da análise comparativa refere-se ao uso de representações auxiliares. No grupo experimental, observou-se um aumento significativo do uso de tabelas, listas e esquemas para representar os resultados possíveis dos experimentos aleatórios. Essas representações auxiliaram os estudantes a visualizar o problema de forma mais clara e a evitar erros de omissão ou duplicação de casos.

No grupo controle, o uso dessas representações permaneceu limitado. A maioria dos estudantes continuou a tentar resolver os problemas apenas por meio de cálculos diretos, sem organizar previamente as possibilidades envolvidas. Esse comportamento contribuiu para a manutenção de erros conceituais, especialmente em questões mais complexas.

A análise comparativa também revelou avanços na capacidade de argumentação matemática dos alunos do grupo experimental. No pós-teste, muitos estudantes passaram a justificar suas respostas utilizando termos adequados, como “casos possíveis”, “casos favoráveis” e “razão”, evidenciando maior domínio da linguagem matemática associada à Probabilidade. Essa evolução é um indicador importante de aprendizagem significativa.

Além disso, observou-se que os alunos do grupo experimental demonstraram maior autonomia na resolução dos problemas, explorando diferentes estratégias e verificando a coerência de suas respostas. Essa postura contrasta com a atitude observada no pré-teste, em que muitos alunos dependiam fortemente da confirmação do professor para validar suas respostas.

De maneira geral, a análise comparativa das resoluções evidencia que as metodologias ativas contribuíram para mudanças qualitativas relevantes na aprendizagem de Probabilidade. Essas mudanças não se restringiram ao aumento do desempenho quantitativo, mas envolveram transformações na forma de pensar, organizar e justificar o raciocínio probabilístico.

Os resultados obtidos reforçam a eficácia da intervenção pedagógica e indicam que o uso articulado da Sala de Aula Invertida e da Aprendizagem Baseada em Problemas favorece a construção de uma compreensão mais sólida e significativa dos conceitos de Probabilidade no Ensino Médio, especialmente quando comparado a abordagens tradicionais de ensino.

4.10 Síntese dos resultados e relação com o produto educacional

A análise dos resultados obtidos ao longo desta pesquisa evidencia que a aplicação de metodologias ativas no ensino de Matemática, especificamente nos conteúdos de Análise Combinatória e Probabilidade, produziu impactos positivos tanto no desempenho acadêmico quanto na forma como os estudantes passaram a se relacionar com o processo de aprendizagem. A triangulação dos dados quantitativos e qualitativos permitiu uma compreensão ampla e consistente dos efeitos da intervenção pedagógica desenvolvida.

Do ponto de vista quantitativo, os resultados dos testes de desempenho indicaram avanços significativos no grupo experimental quando comparados ao grupo de controle. As médias obtidas no pós-teste, bem como a redução de erros conceituais recorrentes, demonstram que os estudantes submetidos às metodologias ativas apresentaram maior domínio dos conceitos matemáticos trabalhados. Esse avanço foi observado de maneira consistente tanto em Análise Combinatória quanto em Probabilidade, ainda que cada conteúdo apresente desafios conceituais específicos.

No que se refere à Análise Combinatória, os resultados evidenciaram uma evolução significativa no raciocínio de contagem, na identificação da relevância da ordem dos elementos e na utilização adequada de estratégias como o princípio multiplicativo, diagramas de árvore e separação de casos. A análise dos erros e das resoluções mostrou que os alunos passaram a compreender melhor a estrutura dos problemas, reduzindo a aplicação mecânica de fórmulas e desenvolvendo maior autonomia intelectual.

Em Probabilidade, os avanços estiveram relacionados principalmente à construção do espaço amostral, à compreensão da definição clássica de probabilidade e à

distinção entre eventos independentes e dependentes. A redução de interpretações baseadas exclusivamente em senso comum e o aumento do uso de justificativas matemáticas indicam uma mudança qualitativa importante na aprendizagem desse conteúdo, tradicionalmente considerado abstrato e de difícil compreensão pelos estudantes do Ensino Médio.

Os dados qualitativos, obtidos por meio de questionários de percepção e observações em sala de aula, reforçam os resultados quantitativos. Os estudantes do grupo experimental relataram maior motivação, interesse e participação nas aulas, destacando positivamente a dinâmica das atividades propostas e a possibilidade de estudar os conteúdos previamente por meio de videoaulas. As observações em sala evidenciaram maior engajamento, colaboração entre os alunos e disposição para enfrentar problemas desafiadores.

Esses resultados estão diretamente relacionados ao produto educacional desenvolvido nesta pesquisa: uma sequência didática estruturada para o ensino de Análise Combinatória e Probabilidade, fundamentada na articulação entre Sala de Aula Invertida e Aprendizagem Baseada em Problemas. A aplicação desse produto permitiu reorganizar o tempo pedagógico, valorizando o estudo prévio dos conceitos e o uso do tempo em sala para a resolução de problemas, discussões e esclarecimento de dúvidas.

O uso de recursos acessíveis, como a curadoria de videoaulas do YouTube e a mediação pedagógica por meio de grupos de WhatsApp, mostrou-se um elemento facilitador do processo de aprendizagem, especialmente no contexto da escola pública. Esses recursos ampliaram o tempo de contato dos estudantes com os conteúdos matemáticos e favoreceram a continuidade das interações para além do espaço físico da sala de aula.

A relação entre os resultados obtidos e o produto educacional evidencia que a sequência didática proposta é viável, replicável e adequada ao contexto escolar investigado. A estrutura do produto permitiu atender a diferentes ritmos de aprendizagem, estimular a participação ativa dos estudantes e promover a construção de significados matemáticos, aspectos essenciais para a aprendizagem significativa.

Além disso, a pesquisa contribuiu para o fortalecimento da prática docente, ao oferecer um modelo de intervenção pedagógica alinhado às demandas contemporâneas do ensino de Matemática e às diretrizes do mestrado profissional. A experiência

desenvolvida demonstra que é possível implementar metodologias ativas de forma eficaz mesmo sem a criação de plataformas educacionais próprias, desde que haja planejamento, intencionalidade pedagógica e reflexão sobre a prática.

Em síntese, os resultados desta investigação confirmam que a utilização de metodologias ativas, associada a um produto educacional bem estruturado, pode contribuir significativamente para a melhoria da aprendizagem de Matemática no Ensino Médio. A articulação entre teoria, prática e reflexão crítica permitiu não apenas avaliar os efeitos da intervenção, mas também propor caminhos concretos para a inovação pedagógica no contexto da escola pública.

5 PRODUTO EDUCACIONAL

5.1 Apresentação do produto educacional

O produto educacional desenvolvido nesta pesquisa consiste em uma sequência didática estruturada para o ensino de Análise Combinatória e Probabilidade no Ensino Médio, fundamentada na articulação entre a Sala de Aula Invertida e a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP). O produto foi concebido para ser aplicado em contextos reais de sala de aula, especialmente na escola pública, utilizando recursos acessíveis e de fácil adaptação.

Este guia tem como objetivo orientar professores de Matemática quanto à implementação do produto educacional, apresentando sua organização, os materiais que o compõem, as etapas de aplicação e sugestões pedagógicas para sua adaptação a diferentes realidades escolares.

5.2 Público-alvo e contexto de aplicação

O produto educacional é destinado a:

- professores de Matemática do Ensino Médio, especialmente da 2ª série;
- estudantes do Ensino Médio, preferencialmente em turmas que estejam estudando conteúdos de Análise Combinatória e Probabilidade.

A proposta foi aplicada em turmas do Ensino Médio em uma escola pública de tempo integral, mas pode ser facilmente adaptada a escolas regulares, turmas noturnas ou contextos híbridos, respeitando as condições de infraestrutura e acesso às tecnologias disponíveis.

5.3 Estrutura do produto educacional

O produto educacional está organizado em quatro eixos principais:

1. Curadoria de conteúdos teóricos
 - Videoaulas selecionadas (YouTube)
 - Textos de apoio e resumos conceituais
2. Atividades presenciais orientadas por problemas
 - Problemas contextualizados
 - Discussões em grupo
 - Resolução colaborativa

3. Mediação pedagógica digital

- Uso de grupos de WhatsApp para orientações, dúvidas e acompanhamento
- Envio de materiais e devolutivas

4. Avaliação formativa e diagnóstica

- Pré-teste e pós-teste
- Atividades avaliativas contínuas
- Questionários de percepção

5.4 Etapas para aplicação da sequência didática

Etapa 1 – Diagnóstico inicial

Aplicar um teste diagnóstico para identificar os conhecimentos prévios dos alunos em Análise Combinatória e Probabilidade. Essa etapa é fundamental para orientar o planejamento das atividades e antecipar possíveis dificuldades conceituais.

Etapa 2 – Estudo prévio (Sala de Aula Invertida)

Disponibilizar aos alunos:

- videoaulas selecionadas;
- roteiros de estudo com orientações claras.

Os alunos devem acessar esse material antes das aulas presenciais, em casa ou em horários extraclasse.

Etapa 3 – Aulas presenciais com ABP

Utilizar o tempo de aula para:

- resolução de problemas contextualizados;
- discussões em grupo;
- análise coletiva das estratégias utilizadas.

O professor atua como mediador, orientando, questionando e incentivando a argumentação matemática.

Etapa 4 – Mediação via WhatsApp

Utilizar grupos de WhatsApp para:

- esclarecimento de dúvidas;
- envio de lembretes e materiais;
- acompanhamento do estudo prévio.

Esse recurso amplia o tempo pedagógico e favorece a comunicação professor–aluno.

Etapa 5 – Avaliação e devolutiva

Aplicar atividades avaliativas ao longo da sequência e um pós-teste, comparando os resultados com o diagnóstico inicial. Realizar devolutivas individuais e coletivas, valorizando o processo de aprendizagem.

5.5 Materiais que compõem o produto

O produto educacional inclui:

- sequência didática organizada por aulas;
- problemas contextualizados de Análise Combinatória e Probabilidade;
- roteiros de estudo para os alunos;
- sugestões de questões avaliativas;
- orientações pedagógicas para o professor.

Os materiais podem ser disponibilizados em formato digital ou impresso, garantindo maior acessibilidade.

5.6 Papel do professor na aplicação do produto

O professor assume o papel de:

- mediador do conhecimento;
- organizador das atividades;
- orientador das discussões;
- avaliador formativo do processo.

Recomenda-se que o professor incentive a participação ativa dos alunos, valorize diferentes estratégias de resolução e promova um ambiente de aprendizagem colaborativo.

5.7 Avaliação da aprendizagem

A avaliação deve ser:

- contínua;
- diagnóstica;
- formativa.

Sugere-se utilizar:

- testes de desempenho;
- observações em sala;
- registros das resoluções dos alunos;
- questionários de percepção.

O foco da avaliação deve estar no processo, e não apenas no resultado final.

5.8 Possibilidades de adaptação e ampliação

O produto educacional pode ser:

- adaptado para outras séries do Ensino Médio;
- utilizado em outros conteúdos matemáticos, como Estatística;
- integrado a diferentes plataformas digitais;
- aplicado em contextos híbridos ou remotos.

5.9 Considerações finais sobre o produto

O guia apresentado sistematiza uma proposta pedagógica viável, acessível e alinhada às demandas do ensino de Matemática na escola pública. A aplicação do produto educacional demonstra que metodologias ativas podem ser implementadas com sucesso, promovendo aprendizagem significativa, autonomia discente e maior engajamento dos estudantes.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa teve como objetivo investigar de que maneira a aplicação de metodologias ativas poderia contribuir para a aprendizagem de conteúdos de Análise Combinatória e Probabilidade no Ensino Médio, a partir de uma intervenção pedagógica realizada no Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IEMA Pleno de Coroatá). O estudo foi desenvolvido no contexto da prática docente da pesquisadora, alinhando-se aos pressupostos do mestrado profissional ao articular teoria, prática e produção de um produto educacional aplicável à realidade escolar.

Os resultados obtidos permitem afirmar que os objetivos propostos foram alcançados. A análise dos dados quantitativos e qualitativos evidenciou que os estudantes do grupo experimental apresentaram avanços significativos no desempenho acadêmico, bem como melhorias na organização do raciocínio matemático, na interpretação de situações-problema e na argumentação utilizada na resolução das atividades. Esses avanços foram observados tanto nos conteúdos de Análise Combinatória quanto de Probabilidade, ainda que cada tema apresente desafios conceituais próprios.

A comparação entre os grupos experimental e de controle indicou que as metodologias ativas, especialmente a articulação entre Sala de Aula Invertida e Aprendizagem Baseada em Problemas, favoreceram uma aprendizagem mais significativa quando comparadas à abordagem tradicional. Os estudantes passaram a demonstrar maior autonomia, participação e envolvimento com as aulas, além de maior disposição para enfrentar problemas matemáticos considerados desafiadores.

Como principal contribuição desta pesquisa, destaca-se o produto educacional desenvolvido e aplicado: uma sequência didática estruturada para o ensino de Análise Combinatória e Probabilidade, fundamentada em metodologias ativas e no uso de recursos acessíveis. A aplicação do produto evidenciou que é possível promover práticas pedagógicas inovadoras no contexto da escola pública, mesmo sem a criação de plataformas educacionais próprias, desde que haja planejamento e intencionalidade pedagógica.

O produto educacional mostrou-se viável, flexível e passível de adaptação a diferentes contextos escolares, podendo ser utilizado por outros professores interessados em incorporar metodologias ativas ao ensino de Matemática. Além disso, sua estrutura favorece a reflexão sobre a prática docente e contribui para a formação continuada de

professores, aspecto fundamental para a consolidação de mudanças pedagógicas.

Entretanto, a pesquisa apresentou algumas limitações. O tempo restrito da intervenção e o número limitado de turmas envolvidas impossibilitam generalizações mais amplas dos resultados. Além disso, fatores externos, como o acesso desigual a recursos tecnológicos e as diferentes trajetórias escolares dos estudantes, influenciaram o desenvolvimento das atividades e devem ser considerados na interpretação dos dados.

Como perspectivas para trabalhos futuros, sugere-se a ampliação da aplicação do produto educacional para outras séries do Ensino Médio e para outros conteúdos matemáticos, como Estatística e Funções. Também se recomenda a realização de estudos de caráter longitudinal, a fim de investigar os efeitos das metodologias ativas ao longo de um período mais extenso, bem como pesquisas que aprofundem a integração entre metodologias ativas e tecnologias digitais no ensino de Matemática.

Por fim, espera-se que esta pesquisa contribua para o fortalecimento de práticas pedagógicas mais significativas e contextualizadas no ensino de Matemática, reafirmando o papel do professor como mediador do conhecimento e do estudante como protagonista do processo de aprendizagem.

REFERÊNCIAS

- AUSUBEL, David P. Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Plátano, 2003.
- BARROWS, H. S. (1986). A taxonomy of problem-based learning methods. *Medical Education*, 20(6), 481–486. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2923.1986.tb01358.x>
- BARROWS, H. S. (1996). Problem-based learning in medicine and beyond: A brief overview. In L. Wilkerson & W. H. Gijselaers (Eds.), *Bringing problem-based learning to higher education: Theory and practice* (pp. 3–12). Jossey-Bass.
- BENDER, William N. Aprendizagem baseada em projetos: educação diferenciada para o século XXI. Porto Alegre: Penso, 2014.
- BERGMANN, J., & SAMS, A. (2012). Flip your classroom: Reach every student in every class every day. International Society for Technology in Education.
- BERGMANN, J., & SAMS, A. (2014). Sala de aula invertida: Uma metodologia ativa de aprendizagem. LTC.
- BORBA, M. C., & PENTEADO, M. G. (2016). Educação matemática: Pesquisa em movimento. Autêntica.
- BRASIL. Ministério da Educação. (2018). Base Nacional Comum Curricular. <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>
- CHARLOT, B. (2000). Da relação com o saber: Elementos para uma teoria. Artmed.
- D'AMBROSIO, U. (2004). Educação matemática: Da teoria à prática. Papirus.
- FREIRE, P. (1996). Pedagogia da autonomia: Saberes necessários à prática educativa. Paz e Terra.
- FREITAS, E. R., & FONSECA, R. M. (2020). Aprendizagem significativa no ensino de matemática por meio de projetos interdisciplinares. *Revista Educação e Prática*, 11(2), 80–97.
- FRAGELLI, R. B. O., & FRAGELLI, R. B. A. (2018). Aprendizagem baseada em projetos: Planejamento e prática no ensino fundamental e médio. Penso.
- GARDNER, H. (1994). Estruturas da mente: A teoria das inteligências múltiplas. Artmed.
- HERNÁNDEZ, F. (1998). Transgressão e mudança na educação: Os projetos de trabalho. Artmed.
- IMBERNÓN, F. (2010). La formación del profesorado y el desarrollo profesional docente. Ediciones Morata.
- IMBERNÓN, F. (2011). Formação docente e profissional: Formar-se para a mudança e a incerteza. Cortez.
- INEP. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. (2023). Censo Escolar da Educação Básica 2022: Resumo técnico. INEP.
- LIBÂNEO, J. C. (2012). Democratização da escola pública: A pedagogia crítico-social dos conteúdos. Loyola.
- LIBÂNEO, J. C. (2013). Didática. Cortez.

- LÉVY, P. (2010). *Cibercultura* (6ª ed.). Editora 34.
- LORENZATO, S. (2006). O que é, afinal, metodologia de ensino de matemática? Autores Associados.
- LÜCK, H. (2009). *Gestão educacional: Uma questão paradigmática*. Vozes.
- MORAN, J. M. (2015). Metodologias ativas para uma aprendizagem mais profunda. In L. Bacich, J. M. Moran & F. Trevisani (Orgs.), *Metodologias ativas para uma educação inovadora: Uma abordagem teórico-prática* (pp. 15–34). Penso.
- MORAN, J. M., MASETTO, M. T., & BEHRENS, M. A. (2013). *Novas tecnologias e mediação pedagógica*. Papirus.
- PRADO, Maria Elisabette Brisola Brito; VALENTE, José Armando. A educação a distância possibilitando a formação do professor com base no ciclo da prática pedagógica. In: MORAES, Maria Cândida (org). *Educação a distância: fundamentos e práticas*. Campinas: UNICAMP/NIED, 2002. p. 27 – 50.
- PERRENOUD, P. (1999). *Ensinar: Agir na urgência, decidir na incerteza*. Artmed.
- PÓLYA, George (1945). *How to solve it: a new aspect of mathematical method*. Princeton: Princeton University Press.
- RYAN, R. M., & DECI, E. L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American Psychologist*, 55(1), 68–78. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.55.1.68>
- SANTOS, A. M., & SILVA, M. C. (2021). Efeitos da sala de aula invertida no desempenho em matemática no Ensino Médio. *Revista Brasileira de Educação em Matemática*, 9(1), 45–63.
- SANTOS, J. F., & OLIVEIRA, R. P. (2019). Práticas pedagógicas inovadoras e os desafios da escola pública. *Revista Brasileira de Educação*, 24.
- SAVIANI, D. (2009). *História das ideias pedagógicas no Brasil*. Autores Associados.
- SKOVSMOSE, O. (2000). *Educação matemática crítica: A questão da democracia*. Papirus.
- THIOLLENT, M. (2007). *Metodologia da pesquisa-ação* (18ª ed.). Cortez.
- UNESCO. (2017). *Educação para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável: Objetivos de aprendizagem*. UNESCO.
- UNESCO. (2021). *Educação e inovação: Promovendo práticas pedagógicas para o futuro*. UNESCO.
- VALENTE, J. A. (2014). *A integração das tecnologias na prática pedagógica: Fundamentos e reflexões*. UNICAMP/NIED.
- VYGOTSKY, L. S. (1991). *A formação social da mente: O desenvolvimento dos processos psicológicos superiores*. 4. ed. São Paulo: Martins Fontes.
- VYGOTSKY, L. S. (1998). *A formação social da mente: O desenvolvimento dos processos psicológicos superiores*. 6. ed. São Paulo: Martins Fontes.
- ZABALA, A. (1998). *A prática educativa: Como ensinar*. Artmed.
- ZIMMERMAN, Barry J. Becoming a self-regulated learner: an overview. *Theory Into Practice*, v. 41, n. 2, p. 64-70, 2002.

APÊNDICE A – Teste de Desempenho Pré-Intervenção

1º) Uma empresa de software está desenvolvendo um novo aplicativo e precisa criar um código de acesso de 4 caracteres, onde o primeiro deve ser uma letra (considerando 26 letras do alfabeto) e os três restantes devem ser algarismos (de 0 a 9). Assumindo que os caracteres podem ser repetidos, quantos códigos de acesso diferentes podem ser formados?

2º) Cinco livros didáticos diferentes (Matemática, Física, Química, Biologia e História) devem ser dispostos em uma prateleira. De quantas maneiras diferentes esses 5 livros podem ser organizados, lado a lado?

3º) Em um concurso de poesia, há 10 poetas concorrentes. Serão concedidos prêmios diferentes para o 1º lugar e para o 2º lugar. De quantas maneiras distintas os prêmios de 1º e 2º lugar podem ser distribuídos entre os 10 poetas?

4º) Em uma caixa há 12 bolas, sendo 5 azuis, 4 vermelhas e 3 verdes. Ao retirar uma única bola aleatoriamente, qual é a probabilidade de que ela seja azul? Apresente o resultado na forma de fração irredutível.

5º) Um atirador acerta o alvo com probabilidade de $\frac{3}{4}$. Se ele fizer dois disparos sucessivos e independentes, qual é a probabilidade de ele acertar o alvo nos dois disparos?

APÊNDICE B – Teste de Desempenho Pós-Intervenção

1º) Em uma escola há 15 alunos voluntários aptos a participar do Comitê de Eventos. Desse grupo, é necessário escolher 4 alunos para compor a equipe que organizará a próxima festa junina.

Quantas equipes diferentes de 4 alunos podem ser formadas? Explique por que a ordem de escolha dos alunos é irrelevante neste problema.

2º) Uma campanha de doação distribuiu 100 cupons numerados (de 1 a 100). Sabe-se que:

- 30 cupons foram distribuídos para o Bairro A.
- 70 cupons foram distribuídos para o Bairro B.
- Será sorteado um prêmio. Se o cupom sorteado for de um número par, qual é a probabilidade de que ele pertença ao Bairro A?

3º) As placas de identificação de veículos em uma cidade são compostas por 3 letras distintas (considerando 26 letras do alfabeto) seguidas por 4 algarismos (de 0 a 9). Se a placa deve obrigatoriamente começar com a letra 'M' e terminar com o algarismo '0', quantas placas diferentes podem ser fabricadas?

4º) Em um sistema de segurança de dados, a probabilidade de um ataque ocorrer no Servidor X é de 20% e a probabilidade de ocorrer no Servidor Y é de 30%. Assumindo que os eventos não são mutuamente exclusivos (ou seja, podem ocorrer simultaneamente) e que a probabilidade de ocorrer em ambos é de 6%.

Qual é a probabilidade de ocorrer um ataque no Servidor X ou no Servidor Y?

5º) Uma agência de viagens oferece um pacote turístico que inclui a visita a 7 cidades em um roteiro linear. No entanto, o cliente exige que a cidade A e a cidade B sejam visitadas em sequência, nesta ordem (A imediatamente antes de B), em qualquer ponto do roteiro.

De quantas maneiras diferentes o roteiro de visitação pode ser organizado para satisfazer essa exigência?

APÊNDICE C – Questionário de percepção discente sobre a Sala de Aula Invertida

Metodologia: Sala de Aula Invertida

Objeto de Conhecimento: Análise Combinatória e Probabilidade

Instruções: Marque de 1 a 5, sendo 1 = discordo totalmente, 2 = discordo, 3 = neutro, 4 = concordo e 5 = concordo totalmente.

QUESTIONÁRIO 1

1º) Consegui acessar os materiais de estudo antes da aula (vídeos, PDFs, apresentações).

- a) 1
- b) 2
- c) 3
- d) 4
- e) 5

2º) Os materiais pré-aula ajudaram a entender os conteúdos de Análise Combinatória / Probabilidade.

- a) 1
- b) 2
- c) 3
- d) 4
- e) 5

3º) Cheguei com mais segurança para participar das atividades em sala.

- a) 1
- b) 2
- c) 3
- d) 4
- e) 5

4º) A discussão em grupo durante a aula facilitou a aprendizagem.

- a) 1
- b) 2
- c) 3
- d) 4
- e) 5

5º) Com essa metodologia, me senti mais responsável pelo meu aprendizado.

- a) 1
- b) 2
- c) 3
- d) 4

e) 5

6º) A abordagem ajudou a visualizar situações práticas envolvendo combinações e probabilidades.

- a) 1
- b) 2
- c) 3
- d) 4
- e) 5

7º) A metodologia me motivou a estudar mais.

- a) 1
- b) 2
- c) 3
- d) 4
- e) 5

8º) O que mais ajudou sua aprendizagem nessa metodologia?

9º) O que dificultou sua participação?

10º) Sugestões para melhorar as próximas aulas:

APÊNDICE D – Questionário de percepção discente sobre a Aprendizagem Baseada em Problemas

Metodologia: Aprendizagem Baseada em Problemas

Objeto de Conhecimento: Análise Combinatória e Probabilidade

Instruções: Marque de 1 a 5, sendo 1 = discordo totalmente, 2 = discordo, 3 = neutro, 4 = concordo e 5 = concordo totalmente.

QUESTIONÁRIO 2

j) 5

1º) Os problemas propostos eram desafiadores, mas possíveis de resolver.

f) 1

g) 2

h) 3

i) 4

j) 5

2º) Consegui trabalhar bem em grupo para compreender as situações.

f) 1

g) 2

h) 3

i) 4

j) 5

3º) A troca de ideias com colegas contribuiu para meu entendimento.

f) 1

g) 2

h) 3

i) 4

j) 5

4º) O professor atuou como orientador e não apenas explicando o conteúdo.

f) 1

g) 2

h) 3

i) 4

5º) Resolvi problemas reais ou próximos da realidade envolvendo probabilidade / combinatória.

f) 1

g) 2

h) 3

i) 4

j) 5

6º) A abordagem desenvolveu meu raciocínio lógico e autonomia.

f) 1

g) 2

h) 3

i) 4

j) 5

7º) Como você descreve sua experiência com o trabalho por problemas?

8º) Em que momento sentiu mais dificuldade?

9º) O que pode ser melhorado?

APÊNDICE E – Sequência Didática: Metodologias Ativas no Ensino de Análise Combinatória e Probabilidade

Público-alvo: 2ª série do Ensino Médio

Duração: 8 aulas (100 minutos cada)

Conteúdos: Análise Combinatória e Probabilidade

Metodologias: Sala de Aula Invertida e Aprendizagem Baseada em Problemas

Recursos: Videoaulas (YouTube), WhatsApp, quadro, atividades impressas

Objetivo Geral

Promover a aprendizagem significativa dos conteúdos de Análise Combinatória e Probabilidade por meio da aplicação de metodologias ativas, favorecendo o desenvolvimento do raciocínio lógico, da autonomia e da resolução de problemas.

Objetivos Específicos

- Compreender o princípio multiplicativo;
- Resolver problemas envolvendo permutações, arranjos e combinações;
- Interpretar situações-problema envolvendo probabilidade;
- Desenvolver estratégias de resolução em grupo;
- Estimular a participação ativa dos estudantes.

Descrição Geral da Sequência

A sequência didática foi estruturada com base na Sala de Aula Invertida, utilizando videoaulas como estudo prévio, e na Aprendizagem Baseada em Problemas, com resolução colaborativa de situações contextualizadas em sala de aula. A mediação pedagógica foi realizada presencialmente e por meio de grupos de WhatsApp.

Avaliação

- Teste diagnóstico (pré);
- Atividades em grupo;
- Observação da participação;
- Teste pós-intervenção;
- Questionários de percepção.

APÊNDICE F – Plano de Aula 1

Tema: Princípio Multiplicativo

Série: 2ª série do Ensino Médio

Duração: 100 minutos

Objetivo da Aula

Compreender e aplicar o princípio multiplicativo na resolução de problemas contextualizados.

Conteúdo

Princípio Fundamental da Contagem.

Metodologia

Sala de Aula Invertida e Aprendizagem Baseada em Problemas.

Desenvolvimento

1. Antes da aula:

- Estudo de videoaula selecionada (link enviado via WhatsApp).

2. Durante a aula:

- Discussão inicial sobre o conteúdo;
- Resolução de problemas em grupos;
- Socialização das estratégias utilizadas.

3. Após a aula:

- Atividade complementar enviada pelo WhatsApp.

Recursos

Quadro, atividade impressa, celular.

Avaliação

Participação, resolução dos problemas e argumentação matemática.

APÊNDICE G – Relatório sintético dos resultados da intervenção pedagógica

Este relatório tem como objetivo apresentar os resultados da aplicação das metodologias ativas Sala de Aula Invertida e Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) no ensino dos conteúdos de Análise Combinatória e Probabilidade, comparando o desempenho e a participação de duas turmas que experienciaram essas metodologias com outras duas que trabalharam os mesmos conteúdos por meio de aulas expositivas tradicionais.

A aplicação foi realizada com quatro turmas do Ensino Médio, sendo duas consideradas grupo experimental, nas quais as metodologias ativas foram empregadas, e duas turmas classificadas como grupo controle, cujas aulas se desenvolveram exclusivamente por meio de exposições teóricas conduzidas pelo professor. Os conteúdos contemplaram princípios fundamentais da Análise Combinatória (como arranjos, permutações e combinações) e Probabilidade (incluindo noções de espaço amostral e eventos equiprováveis).

O objetivo central foi observar em que medida a experiência de estudo prévio, a resolução colaborativa de problemas e a maior autonomia na construção do conhecimento influenciaram na aprendizagem e engajamento dos estudantes. Para isso, foram utilizados questionários de percepção, observação direta das aulas e análise das notas obtidas em avaliações.

Ao comparar os dois grupos, observou-se que as turmas que utilizaram metodologias ativas demonstraram maior participação, interação e protagonismo. Nessas turmas, os estudantes se envolveram com mais disposição nas discussões, buscaram explicar seus raciocínios e compartilhar diferentes estratégias de resolução. O trabalho em grupo ocorreu de forma mais natural e produtiva, favorecendo tanto o desenvolvimento da autonomia quanto da capacidade argumentativa.

Em contrapartida, nas turmas em que a metodologia tradicional foi mantida, a participação se mostrou mais restrita às explicações conduzidas pelo professor. Muitos estudantes demonstraram dependência do passo a passo orientado, revelando maior dificuldade em tomar decisões de resolução quando confrontados com problemas novos. Além disso, a interação entre os colegas foi limitada, o que reduziu a troca de ideias e justificativas matemáticas.

Em termos de aprendizagem, os estudantes das turmas experimentais apresentaram melhor desempenho na compreensão dos conceitos e maior capacidade de aplicar os conteúdos em situações contextualizadas. As avaliações evidenciaram esse resultado, pois a média obtida pelas turmas que trabalharam com metodologias ativas foi superior à das turmas que tiveram aulas expositivas. Enquanto as turmas experimentais alcançaram médias em torno de 7,2, as turmas tradicionais ficaram próximas de 5,4, indicando uma diferença significativa na consolidação dos conteúdos.

A percepção dos estudantes que trabalharam nas metodologias ativas foi, em sua maioria, positiva. Eles relataram compreender melhor a utilidade dos conteúdos, sentir-se mais motivados e desenvolver maior segurança na hora de participar das atividades. Entretanto, alguns desafios foram apontados, principalmente no que diz respeito à necessidade de estudar previamente o conteúdo, algo que parte dos alunos ainda não está habituada a realizar.

Portanto, a aplicação das metodologias Sala de Aula Invertida e Aprendizagem Baseada em Problemas contribuiu de maneira significativa para o desenvolvimento da autonomia, da argumentação matemática e da compreensão conceitual, além de favorecer uma postura mais ativa no processo de aprendizagem. Recomenda-se a continuidade dessas práticas pedagógicas, aliada a estratégias de acompanhamento do estudo prévio e orientação para o trabalho cooperativo, a fim de potencializar ainda mais seus efeitos positivos nas próximas turmas.

APÊNDICE H – Lista de videoaulas selecionadas para a Sala de Aula Invertida

<https://www.youtube.com/watch?v=f0OjyQhITv0>
<https://www.youtube.com/watch?v=6FgbzfSIBXw>
<https://www.youtube.com/watch?v=ZuukDbf4IY0>
<https://www.youtube.com/watch?v=wYvJxZqS2SM>
<https://www.youtube.com/watch?v=Lfn5CzoSXkE>
<https://www.youtube.com/watch?v=guusp612x2o&t=23s>
https://www.youtube.com/watch?v=m_1RxAZutR4
https://www.youtube.com/watch?v=G2IC0_e7ihg
<https://www.youtube.com/watch?v=pkcmvxPIMOI>
<https://www.youtube.com/watch?v=iNCkGogNtKI>
<https://www.youtube.com/watch?v=FwQ-fjrQXac>