



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMIÁRIDO – UFERSA
PRÓ-REITORA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
NÚCLEO DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA
CURSO DE LICENCIATURA EM MATEMÁTICA

JOSÉ CÉSAR AUGUSTO DE QUEIROZ

**ESTÁGIO CURRICULAR SUPERVISIONADO NA EDUCAÇÃO DE JOVENS E
ADULTOS: O USO DE METODOLOGIAS ATIVAS NO ENSINO DE MATEMÁTICA**

MOSSORÓ
2023

JOSÉ CÉSAR AUGUSTO DE QUEIROZ

**ESTÁGIO CURRICULAR SUPERVISIONADO NA EDUCAÇÃO DE JOVENS E
ADULTOS: O USO DE METODOLOGIAS ATIVAS NO ENSINO DE MATEMÁTICA**

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Licenciatura Plena em Matemática.

Orientador: Profa. Dra. Mariana de Brito Maia

MOSSORÓ

2023

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

QQ 3e Queiroz, José César Augusto.
ESTÁGIO CURRICULAR SUPERVISIONADO NA EDUCAÇÃO
DE JOVENS E ADULTOS: O USO DE METODOLOGIAS ATIVAS
NO ENSINO DE MATEMÁTICA / José César Augusto
Queiroz. – 2023.
48 f. : il.

Orientadora: Mariana de Brito Maia.
Monografia (graduação) – Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Licenciatura em
Matemática, 2023.

1. Peer Instruction. 2. PhET. 3. Educação de
Jovens e Adultos. 4. Ensino de Matemática. 5.
Aprendizagem Ativa. I. Maia, Mariana de Brito,
orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Biblioteca Campus Mossoró / Setor de Informação e Referência
Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva
CRB: 15/120

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

JOSÉ CÉSAR AUGUSTO DE QUEIROZ

**ESTÁGIO CURRICULAR SUPERVISIONADO NA EDUCAÇÃO DE JOVENS E
ADULTOS: O USO DE METODOLOGIAS ATIVAS NO ENSINO DE MATEMÁTICA**

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Licenciatura Plena em Matemática.

Defendida em: 09 / 12 / 2023.

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente



MARIANA DE BRITO MAIA

Data: 12/01/2024 18:36:32-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Mariana de Brito Maia (UFERSA)

Documento assinado digitalmente



TONY KLEVERSON NOGUEIRA

Data: 12/01/2024 18:22:54-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Tony Kleverson Nogueira (UFERSA)

Documento assinado digitalmente



KELYANE BARBOZA DE ABREU

Data: 31/12/2023 14:19:24-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Kelyane Barboza de Abreu (UFERSA)

Membro Examinador

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu Senhor Deus, por mais um momento de vida neste plano e por ter me concedido mais uma oportunidade de contribuir para o bem comum.

Agradeço a orientadora Prof^a Dr^a Mariana de Brito Maia pela atenção, ajuda e orientação no desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço à minha esposa Gerlânia de Oliveira e aos meus filhos Miguel, Ana e Helena por serem a fonte da minha felicidade e inspiração para superar novos desafios.

Agradeço a todas as amigas que construí ao longo desse curso, que contribuíram de forma positiva para o encerramento deste ciclo.

Agradeço a Universidade Federal Rural do Semi-Árido pela oportunidade de cursar a graduação em Matemática (NeAD - Ufersa), onde pude expandir meu conhecimento na área de ciências exatas.

Agradeço aos professores do curso que dividiram um pouco do seu conhecimento e contribuíram com a minha formação.

Agradeço a Banca Examinadora por dispor de seu tempo para avaliar este trabalho.

Agradeço aos meus familiares e amigos que sempre me encorajaram nos momentos difíceis oferecidos por esse curso. Pessoas que sempre estiveram ao meu lado torcendo pelo meu sucesso.

A todos o meu muito obrigado.

RESUMO

Este trabalho explora a integração da metodologia *Peer Instruction* com o simulador interativo *PhET* no ensino de matemática para estudantes da Educação de Jovens e Adultos (EJA). A pesquisa focou em como essa combinação pode potencializar o aprendizado em matemática, especialmente em tópicos relacionados a funções e seus gráficos. Utilizando uma abordagem metodológica que inclui testes conceituais progressivamente desafiadores e atividades interativas, o estudo avaliou o impacto dessa metodologia no engajamento e compreensão dos alunos. A análise foi baseada em avaliações de aprendizagem, como o ganho de *Hake*, e a criação de mapas mentais, evidenciando a eficácia da *Peer Instruction* enriquecida pela tecnologia interativa do *PhET*. Os resultados mostraram que os alunos das turmas A e B, ao utilizarem o simulador *PhET* dentro do contexto da *Peer Instruction*, apresentaram melhorias significativas na compreensão dos conceitos matemáticos. O estudo concluiu que a metodologia *Peer Instruction*, quando combinada com ferramentas interativas como o *PhET*, não só favorece a aprendizagem significativa em matemática, mas também se adapta às necessidades específicas dos alunos da EJA. Isso é demonstrado pelo envolvimento dos estudantes nas tarefas propostas e pelo avanço qualitativo na aprendizagem, alinhando-se com os resultados encontrados na literatura sobre metodologias ativas de aprendizagem.

Palavras-chave: *Peer Instruction*, *PhET*, Educação de Jovens e Adultos, Ensino de Matemática, Aprendizagem Ativa.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Representação esquemática da interação social entre os pares na <i>Peer Instruction</i>	12
Figura 2 - Fluxograma das etapas que compõem a metodologia <i>Peer Instruction</i>	13
Figura 3 - Interface gráfico do ambiente virtual do simulador interativo <i>PhET</i> ..	15
Figura 4 - Modelo de Cartões respostas disponíveis na plataforma <i>Plickers</i>	20
Figura 5 - Percentual de resposta da primeira votação do teste conceitual 1 para as turmas A e B	25
Figura 6 - Percentual de resposta da primeira votação do teste conceitual 2 para as turmas A e B	26
Figura 7 - 7a) Primeira votação do teste conceitual 3 para as turmas A e B e 7b) Segunda votação do teste conceitual 3 para a turma B	27
Figura 8 - 8a) Primeira votação do teste conceitual 4 para as turmas A e B e 8b) Segunda votação do teste conceitual 4 para a turma B	28
Figura 9 - Percentual de resposta da primeira votação do teste conceitual 5 para as turmas A e B	29
Figura 10 - 10a) Segunda votação do teste conceitual 5 para as turmas A e 10b) Segunda votação do teste conceitual 5 para a turma B	31
Figura 11 - Distribuição de frequência de respostas dos testes conceituais 3, 4 e 5 para a turma B	32
Figura 12 - Distribuição de frequência comparativa entre as turmas A e B do teste conceitual 5	33
Figura 13 - Classificação dos mapas mentais da turma A	34
Figura 14 - Classificação dos mapas mentais da turma B	35
Figura 15 - Teste conceitual 1 sobre conceitos básicos	46
Figura 16 - Teste conceitual 2 sobre compreensão gráfica de funções	46
Figura 17 - Teste conceitual 3 sobre funções e taxa de variação	47
Figura 18 - Teste conceitual 4 sobre identificação de funções não-lineares	47
Figura 19 - Teste conceitual 5 sobre aplicação do conceito de funções complexas	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Classificação dos mapas mentais	21
Tabela 2 – Cálculo do ganho de <i>Hake</i> normalizado	37

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	REFERENCIAL TEÓRICO	12
3	METODOLOGIA	19
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
5	CONCLUSÃO	39
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40
	APÊNDICE A - PLANO DE AULA	43
	APÊNDICE B - SLIDES DA AULA	46

1 INTRODUÇÃO

O uso das metodologias ativas no processo de ensino e aprendizagem está sendo implementado recentemente nas instituições de ensino médio e superior, pois baseiam-se em novas maneiras de construir o processo de aprendizagem, utilizando experiências de diferentes naturezas, com o objetivo de criar condições de solucionar, em diferentes contextos, os desafios propostos pela prática pedagógica (KIELING; VETROMILLE-CASTRO, 2021).

De acordo com Freire (1996), as metodologias ativas são um recurso de grande importância e podem favorecer de forma significativa e eficaz o processo de ensino e aprendizagem. A sua implementação favorece a motivação autônoma ao incluir o fortalecimento da percepção do aluno de ser sujeito ativo de sua própria ação. Deste modo, as metodologias ativas têm o potencial de despertar a curiosidade, à medida que os alunos se inserem na teorização e buscam trazer novos elementos, ainda não considerados nas aulas ou na própria perspectiva do docente.

Moran (2018) sugere que, as metodologias ativas são estratégias didáticas que promovem a participação efetiva dos alunos nos processos de ensino e aprendizagem, de forma flexível, interligada, interativa, autônoma e híbrida, tendo as tecnologias são imprescindíveis para que o professor possa assumir o papel de mediador da construção de conhecimentos.

As simulações interativas do projeto *PhET* são recursos tecnológicos e ferramentas de ensino que podem apoiar a aprendizagem conceitual e o desenvolvimento de habilidades de estudantes em diferentes níveis de ensino. Mas, de acordo com vários estudos, esse recurso é mais eficaz quando usado em um contexto de ensino que faz uso de práticas baseadas em metodologias ativas, que propõem aos estudantes a construção e retenção do conhecimento com base na coletividade e autonomia (MOORE et al., 2014).

Saviani (2009) defende que a educação é um processo constante de aprendizagem e desenvolvimento, e encontrar maneiras eficazes de ensinar e aprender é fundamental para o sucesso acadêmico. Desta forma, uma das abordagens mais promissoras é a utilização de metodologias de ensino ativo como a *Peer Instruction*. Estudos da literatura apontam que essa metodologia tem sido usada com sucesso em diversas disciplinas como física, matemática e ciências da computação, e tem mostrado resultados positivos em termos de compreensão e retenção de conceitos (LEE; GARCIA; PORTER, 2013).

O ensino entre pares, também conhecido como *Peer Instruction*, é uma técnica em que os alunos trabalham em conjunto para ensinar uns aos outros um determinado conhecimento que estão aprendendo. Isso pode ser feito de várias maneiras, como por exemplo, os estudantes

podem dividir o material em grupos e cada um se torna responsável por ensinar uma parte específica do conteúdo aos outros (MAZUR, 2017). Essa metodologia de ensino tem ganhado cada vez mais popularidade nos últimos anos devido à sua eficácia comprovada na melhoria da compreensão e retenção de conhecimento (VICKREY et al., 2015).

De acordo com Dancy, Henderson e Turpen (2016), há muitas vantagens em utilizar esta metodologia em sala de aula. Isto porque, ela permite que os alunos expliquem o material de maneira clara e concisa para os colegas, o que pode ajudá-los a entender o conteúdo de maneira mais profunda. Além disso, ajuda a promover a colaboração e o trabalho em equipe entre os estudantes, o que pode ser uma habilidade valiosa para a vida profissional.

Outra vantagem do ensino baseado na metodologia *Peer Instruction* diz respeito sua adaptação para diferentes níveis de habilidade e estilos de aprendizagem (DOS SANTOS BELMONTE; BORGES; GARCIA, 2022; NERANTZI, 2020). Por exemplo, os alunos mais avançados podem ajudar os colegas menos experientes, enquanto que os alunos que preferem aprender de maneira mais prática podem utilizar atividades *hands-on* (atividades práticas ou atividades de ensino baseadas em experiências) como parte do processo de ensino entre pares (KNIGHT; BRAME, 2018).

No entanto, é importante que o professor esteja envolvido no processo de ensino entre pares para garantir que o conteúdo esteja sendo abordado de maneira clara e precisa. Além disso, é importante que o professor forneça feedbacks e orientações aos estudantes durante esse processo, para ajudá-los a aperfeiçoar suas habilidades de ensino e aprendizagem (ARAÚJO et al., 2016; MAZUR, 2015; WALLACE, 2020).

Outro aspecto relevante, apontado por Müller et al. (2017), diz respeito ao número reduzido de estudos conduzidos em contextos de investigação escolar, que podem ser compreendidos como gaps da literatura. Nesse sentido, o autor relata que mais pesquisas são necessárias para avaliar a adoção da metodologia *Peer Instruction* em ambientes formais de educação básica e a nível universitário. Da mesma maneira, pesquisas nas temáticas relacionadas à retenção de conhecimento dos estudantes, ao desenvolvimento de habilidades metacognitivas deles, bem como às crenças e atitudes dos professores frente à metodologia, são necessárias para uma melhor compreensão dos impactos dessa metodologia na formação acadêmica dos discentes.

Diante do exposto, este estudo tem o objetivo de investigar como a *Peer Instruction* pode ser combinada com outras metodologias ativas de ensino para maximizar seus benefícios no contexto da educação de jovens e adultos (EJA), durante a implementação do componente curricular EAD0212 - Estágio Curricular Supervisionado III. Além disso, vamos avaliar o

impacto da contribuição do *PhET* junto a *Peer Instruction* em termos de compreensão e retenção de conceitos, no contexto da EJA.

Para alcançar esses objetivos, este estudo utilizará uma combinação de técnicas de pesquisa, incluindo tratamento estatístico de dados, avaliação de mapas mentais e cálculo do ganho de aprendizagem de *Hake*. O cálculo de *Hake* é uma ferramenta útil para avaliar o progresso dos alunos em relação aos objetivos de aprendizagem. Podendo ser usado para medir a mudança no conhecimento dos alunos em um tópico específico, comparando seus resultados antes e depois da aplicação dos conceitos. Os resultados deste estudo fornecerão informações valiosas sobre como a *Peer Instruction* pode ser combinada com outras metodologias e técnicas ativas de ensino para melhorar a aprendizagem dos estudantes inseridos no contexto da educação de jovens e adultos.

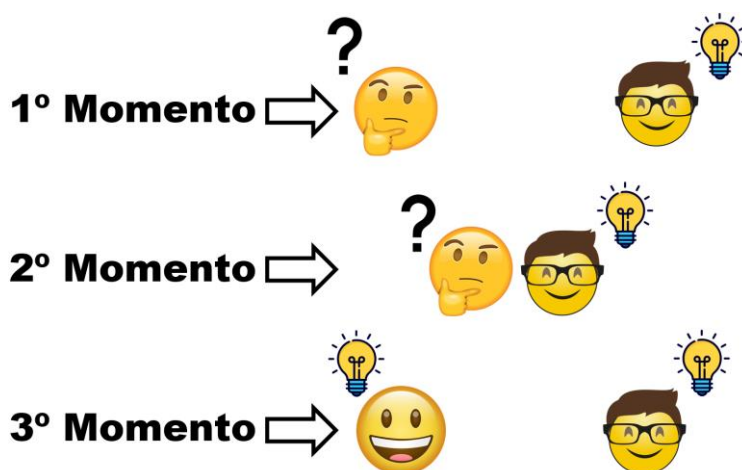
2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A metodologia ativa *Peer Instruction*

A instrução entre pares (do inglês *Peer Instruction*) é uma técnica de ensino que envolve a interação ativa dos estudantes com o conteúdo e com os colegas durante a aula. A técnica foi desenvolvida por Eric Mazur, professor das disciplinas de Física Básica e seus laboratórios na Universidade de *Harvard*, e tem sido amplamente estudada e aplicada em diversas áreas de ensino, em especial no ensino de física (Mazur, 2015, 2017). Estudos também relatam benefícios no uso da instrução entre pares em aulas de ciências humanas, ajudando os estudantes a desenvolver habilidades sociocognitivas (CHANG-TIK, 2022).

A *Peer Instruction* está fundamentada na teoria socioconstrutivista de *Lev Vygotsky*. Essa teoria diz que a interação social é o veículo fundamental para que ocorra a construção do conhecimento e a formação dos esquemas mentais (VYGOTSKY, 2005). A teoria de *Vygotsky* ainda defende que o conflito sociocognitivo é originado ou potencializado pelas interações sociais entre os indivíduos, que no caso da metodologia de Mazur corresponde a interação social entre os pares (PAULA; FIGUEIREDO; FERRAZ, 2020). Desta forma, quanto mais intensos forem os tipos de interações entre os pares, mais qualidade terá a construção do conhecimento no âmbito da *Peer Instruction* (Mazur, 2015). A Figura 1 ilustra os três momentos em que ocorrem a compreensão e assimilação de conhecimento a partir das interações sociais ocorridas durante a formação dos pares.

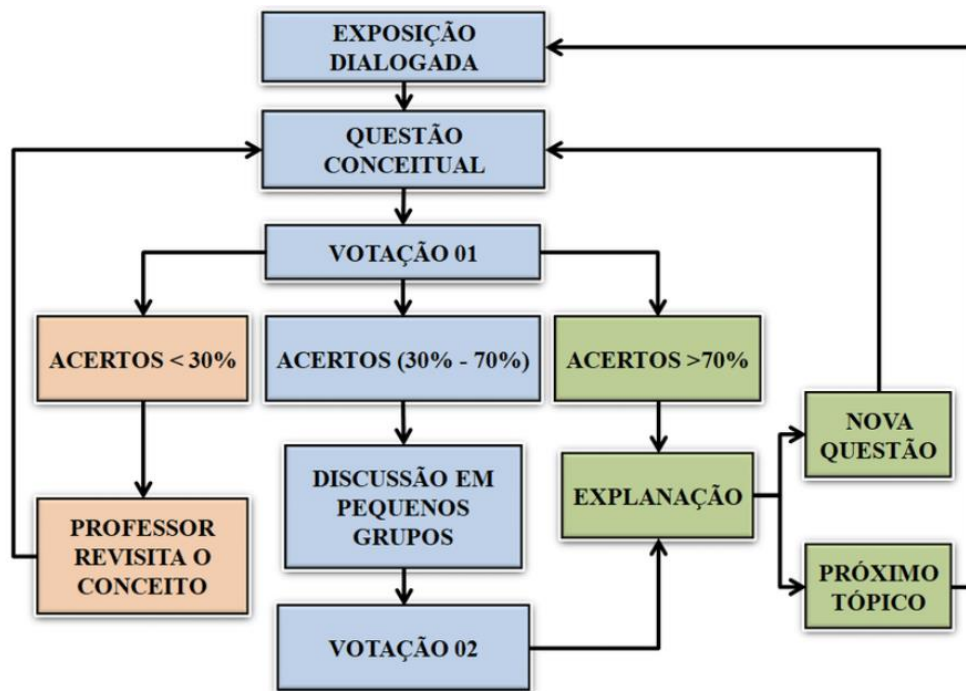
Figura 1 - Representação esquemática da interação social entre os pares na *Peer Instruction*



Fonte: Acervo do autor.

Mazur (2015) organiza a metodologia *Peer Instruction* nas seguintes etapas: leitura prévia, questões pré-aula, exposição em sala de aula, questões conceituais, discussão em duplas, avaliações regulares e análise de dados (percentual de acertos e erros dos estudantes). A Figura 2 apresenta as etapas da metodologia *Peer Instruction* a partir do momento da exposição em sala de aula.

Figura 2 - Fluxograma das etapas que compõem a metodologia *Peer Instruction*



Fonte: Adaptado de (Mazur, 2015).

O diferencial na metodologia ativa de Mazur está na tomada de decisão após a análise do resultado da votação individual. De acordo com o resultado obtido, o professor tem três opções para dar continuidade a aula. Caso o número de acerto do teste proposto seja menor que 35%, em relação ao número total de alunos da sala. Dessa maneira, o professor deve retomar a exposição dialogada da aula e em seguida reaplicar o mesmo teste ou outro com nível de dificuldade similar para que os alunos respondam (Mazur, 2015).

Caso o percentual de acertos da turma seja superior a 70%, o professor deve fazer uma breve explanação sobre as respostas do teste, juntamente com o esclarecimento de dúvidas, se houver, e passar para o próximo tópico dentro do tema base da aula (Mazur, 2015).

Mas no caso de o índice de acertos da turma ficar compreendido entre 35% e 70%, temos uma margem de acerto que justifica a Instrução por Pares. Nesse cenário, o professor solicita a formação de grupos (2 a 4 alunos) e que os pares conversem entre si por um tempo

determinado, geralmente, estima-se até 5 minutos. É sugerido por Mazur que, cada grupo seja formado por pelo menos um aluno que acertou o teste e que estes não saibam qual é a resposta correta (Mazur, 2015).

Segundo Mazur, é durante o tempo reservado para a discussão do teste que os alunos vão defender sua posição, explicando para os pares o motivo de ter assinalado determinada resposta na questão de múltipla escolha. Nesse momento de interação social, ocorre troca de experiências, opiniões, pontos de vista e interpretações acerca do assunto abordado e desta forma promovem um desequilíbrio sociocognitivo entre eles (Mazur, 2015, 2017).

Uma revisão bibliográfica sobre o uso desta metodologia mostrou que ela tem melhorado significativamente o desempenho acadêmico dos estudantes e aumentado a sua compreensão de conceitos (Müller et al., 2017). Por exemplo, um estudo de Crouch e Mazur (2001) mostrou que os estudantes que participaram de aulas com instrução entre pares tiveram melhores desempenhos em testes sobre o assunto estudado do que aqueles que usaram métodos tradicionais.

Outros estudos também mostraram que a *Peer Instruction* pode ajudar a aumentar a motivação e o interesse dos estudantes e elevar a sua capacidade de aplicar os conceitos para resolver problemas (LASRY; CHARLES; WHITTAKER, 2016). Além disso, ela tem sido aplicada para ser, particularmente, eficaz quando combinada com o uso de recursos tecnológicos, como simulações interativas e ferramentas de gamificação. Outro ponto relevante diz respeito a essa metodologia ativa combinada com o uso de recursos tecnológicos, o que tem sido considerada particularmente eficaz (ZHANG; DING; MAZUR, 2017).

É importante mencionar que a *Peer Instruction* é uma metodologia flexível e pode ser adaptada para atender às necessidades específicas de uma disciplina ou turma (DOS SANTOS BELMONTE; BORGES; GARCIA, 2022). Por exemplo, alguns professores fizeram uso desta como uma atividade de laboratório, enquanto outros a incorporam em aulas teóricas. Também há casos em que ela é usada como uma atividade de grupo durante toda a duração da aula (NASCIMENTO; OLIVEIRA, 2020; NERANTZI, 2020; RUIZ DE MIRAS; BALSAS-ALMAGRO; GARCÍA-FERNÁNDEZ, 2022).

Além disso, é importante destacar que a *Peer Instruction* não é uma solução mágica e requer preparação e planejamento para ser implementada de forma eficaz. Os professores precisam preparar questões e atividades que estimulem a reflexão e a interação dos estudantes, além de se preparar para gerenciar e orientar as discussões (MAZUR; HILBORN, 1997).

Em resumo, a *Peer Instruction* é uma técnica de ensino amplamente usada que pode melhorar o desempenho acadêmico dos estudantes e elevar a sua compreensão em relação ao

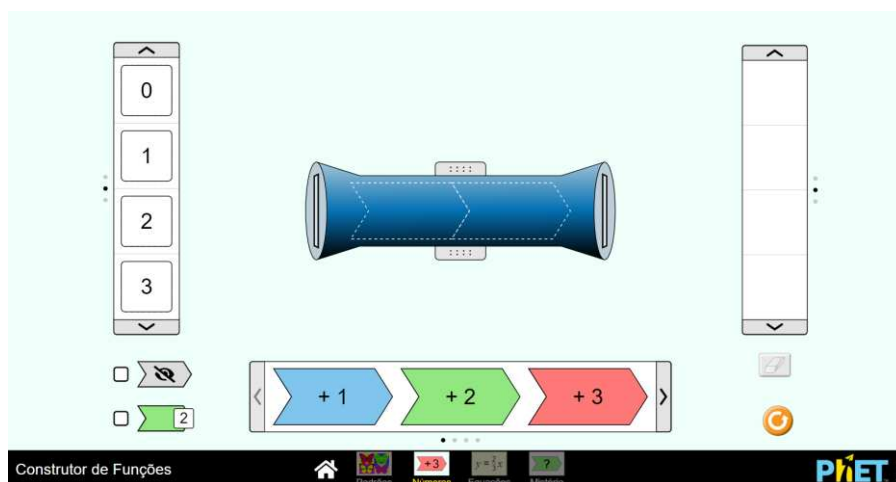
conteúdo abordado em sala de aula. Ela pode ser adaptada para atender às necessidades específicas de uma disciplina ou turma, mas requer preparação e planejamento para ser implementada de forma eficaz.

2.2 O simulador interativo *PhET* (*PhET Interactive Simulations*)

O projeto *PhET* (<https://phet.colorado.edu>) é uma iniciativa da Universidade do Colorado que oferece simulações interativas gratuitas para ensino e aprendizado de ciências e matemática. Essas simulações foram desenvolvidas para serem utilizadas tanto dentro, quanto fora da sala de aula, permitindo aos estudantes explorar conceitos científicos de forma visual e lúdica (WIEMAN; ADAMS; PERKINS, 2008).

O simulador interativo é fundamentado em uma abordagem de ensino baseada na investigação, o que significa que os estudantes são incentivados a explorar, experimentar e descobrir por conta própria. As simulações na área de Matemática incluem uma variedade de ferramentas interativas, como gráficos, medidores e controles, que permitem aos estudantes manipular os sistemas virtuais e ver como as alterações afetam o comportamento do sistema (MOORE et al., 2014). A Figura 3 apresenta a interface gráfica do simulador interativo *PhET* executando uma simulação disponível na área de Matemática, relativo ao tema funções.

Figura 3 - Interface gráfico do ambiente virtual do simulador interativo *PhET*



Fonte: Retirada do site https://phet.colorado.edu/pt_BR/. Acesso: 27 de nov. de 2023.

Atualmente, a equipe responsável pela criação das simulações do *PhET* também colabora com professores e instrutores para desenvolver recursos de ensino e atividades que aproveitam ao máximo as simulações. Esses recursos incluem guias de ensino, planos de aula

e atividades de laboratório que foram testadas e validadas em salas de aula reais (SALAME; MAKKI, 2021). As simulações são disponibilizadas gratuitamente em seu site há mais de uma década e estão disponíveis em vários idiomas, incluindo inglês, espanhol, francês, chinês e português. Elas são projetadas para serem utilizadas em computadores, tablets e dispositivos móveis, tornando-as acessíveis para estudantes e professores em todo o mundo (WIEMAN et al., 2010).

Uma breve revisão da literatura sobre o uso do *PhET* nessa área mostrou que as simulações têm sido eficazes em ajudar os estudantes a desenvolver uma compreensão mais profunda dos conceitos físicos (OZCAN; ÇETIN; KOŞTUR, 2020). De acordo com o estudo de (BANDA; NZABAHIMANA, 2023), os alunos que usaram simulações do *PhET* para aprender sobre oscilações e ondas, tiveram melhores desempenhos em testes sobre esse assunto do que aqueles que aprenderam usando métodos tradicionais.

Outros estudos também mostraram que as simulações interativas do *PhET* podem ajudar a melhorar a motivação e o interesse dos estudantes nas Ciências Exatas e Matemática (MOORE; PERKINS, 2018). Além disso, o *PhET* também tem sido usado para ajudar os discentes a desenvolver habilidades de pensamento crítico e resolução de problemas (PAUL, 2022).

Professores também têm relatado benefícios no uso dessa ferramenta em suas aulas. O estudo de Prima, Putri e Rustaman (2018), mostrou relatos de docentes que usaram as simulações interativas em aulas de Matemática sobre a geometria do sistema solar. O autor indica a relevante participação que as simulações tiveram na visualização de conceitos classificados pelos estudantes como difíceis, assim como na facilidade do entendimento conceitual, que foi oferecido pelas simulações que ilustram princípios matemáticos, como as leis de Kepler.

Diante do exposto, observa-se que o *PhET* tem um potencial significativo como uma ferramenta no ensino de física. Ele tem sido requisitado por ser eficaz em ajudar os estudantes a desenvolver uma compreensão mais profunda dos conceitos da física teórica, melhorar a motivação e o interesse e desenvolver habilidades de pensamento crítico e resolução de problemas.

2.3 A importância do Estágio Supervisionado

O Estágio Curricular Supervisionado, um requisito obrigatório para a Licenciatura em Matemática, é regulado pela Lei nº 9.394 de 20 de dezembro de 1996 (Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional), definindo padrões para os cursos de licenciatura no Brasil (BRASIL,

1996). Conforme a Resolução CONSEPE/UFERSA nº 002/2019, datada de 19 de junho de 2019, a carga horária total do estágio é determinada pelo Projeto Pedagógico do Curso, observando os limites da legislação em vigor.

O estágio supervisionado é essencial na formação de educadores matemáticos, permitindo a aplicação prática de conhecimentos teóricos. Esse período facilita o desenvolvimento de habilidades pedagógicas e técnicas de ensino, sob a orientação de um supervisor experiente, formando docentes reflexivos e críticos.

O estágio promove uma interação significativa entre teoria e prática, fomentando uma reflexão crítica sobre as metodologias de ensino em diversas áreas (LIBÂNEO; PIMENTA, 1999). Esse tipo de componente curricular oferece uma oportunidade para aproximação e integração entre universidade e escola. Esta interação promove a troca de experiências e conhecimentos, beneficiando ambos os ambientes educacionais (LIMA et al., 2014; OLIVEIRA; LIBÂNEO; TOSCHI, 2017).

Sendo assim, o estágio supervisionado desempenha um papel crucial na integração de metodologias ativas de ensino. De acordo com Veiga et al. (2020), nestes estágios, os futuros educadores têm a oportunidade de aplicar teorias pedagógicas em ambientes reais de sala de aula, favorecendo uma aprendizagem mais dinâmica e participativa.

As metodologias ativas, como aprendizagem baseada em projetos e ensino híbrido aplicadas em forma de sequências didáticas, são experimentadas em primeira mão, permitindo que os estagiários desenvolvam habilidades essenciais como criatividade, pensamento crítico e capacidade de adaptação (REUL et al., 2016). Assim, o Estágio Supervisionado serve como um laboratório prático onde os licenciandos podem explorar e aprimorar essas metodologias, preparando-os efetivamente para as demandas contemporâneas da educação (CARVALHO et al., 2023).

Ao expandir a ideia para a Educação de Jovens e Adultos (EJA), o estágio supervisionado em cursos de licenciatura ganha uma camada adicional de complexidade e relevância. Neste contexto, as metodologias ativas se tornam ainda mais vitais, pois os estudantes da EJA frequentemente trazem experiências de vida ricas e variadas para a sala de aula, exigindo abordagens de ensino mais flexíveis e adaptativas (TELES; ROSSATO, 2023). Durante o estágio, os licenciandos aprendem a integrar estas experiências na prática pedagógica, empregando métodos como a aprendizagem baseada em problemas e o ensino colaborativo para engajar efetivamente esse público diversificado. Essa experiência direta prepara os futuros professores para atender às necessidades específicas dos alunos da EJA, enfatizando a importância de uma abordagem personalizada e contextualizada na educação, e

contribuindo para uma prática docente mais inclusiva e eficaz (SOUZA; COUTINHO; SOARES, 2023).

Dentro desse contexto, a Educação de Jovens e Adultos é um segmento essencial no cenário educacional do Brasil, direcionado a indivíduos que não tiveram acesso ou continuidade nos estudos do ensino fundamental e médio na idade convencional. (DI PIERRO; JOIA; RIBEIRO, 2001). Ela se configura como um direito humano básico, sendo fundamental para a inclusão social, econômica e cultural dos indivíduos (SÉRGIO; MORGADO, 2023; FREIRE, 2002).

3 METODOLOGIA

3.1 Caracterização da pesquisa

Com base no objetivo proposto, este trabalho trata-se de uma pesquisa aplicada, assim como uma pesquisa-ação de natureza quantitativa e qualitativa. A natureza aplicada da pesquisa configura-se pela identificação do problema e pela consequente aplicação de uma metodologia com o objetivo de solucioná-lo. Com relação aos tipos de dados coletados, a pesquisa apresenta uma natureza dual. Sendo quantitativa, devido apresentar informações quantificadas relacionadas ao comportamento dos estudantes da EJA e qualitativa por buscar entender o motivo que resultou nesse comportamento, retratando o maior número de elementos presentes no contexto da pesquisa (FREITAS, 2013). E por fim, pode-se classificar este trabalho como pesquisa-ação devido a participação do pesquisador e dos seus sujeitos pesquisados ao longo do trabalho (GIL, 2015).

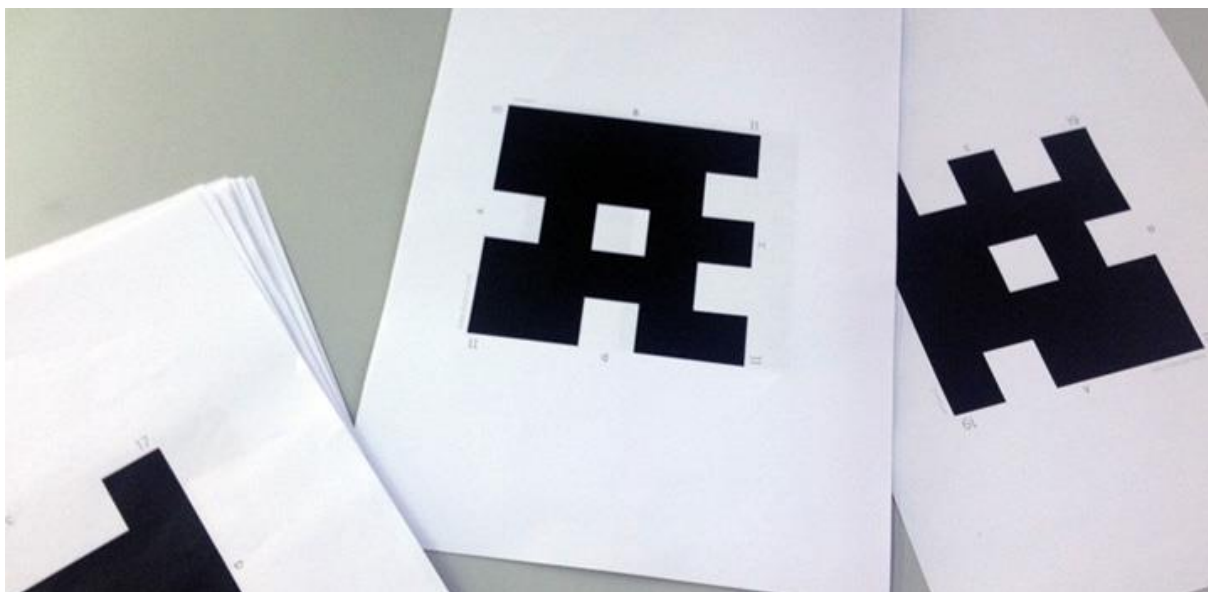
3.2 Caracterização dos sujeitos e lócus da pesquisa

A pesquisa foi realizada em duas turmas da 1ª série do ensino médio, da educação de Jovens e Adultos de uma escola que pertence a rede estadual de ensino do estado do Rio Grande do Norte. Ao todo a pesquisa contou com 30 alunos participantes, distribuídos em duas turmas compostas por 18 e 16 estudantes, respectivamente. Vale salientar que cada turma foi considerada como uma amostra independente. A turma “A”, composta por 18 estudantes (32% do sexo feminino e 68% do sexo masculino), com média de idade igual a 30 anos, tem todos estes oriundos do ensino público. E a turma B composta por 16 estudantes (55% do sexo feminino e 45% do sexo masculino), com faixa etária igual a, aproximadamente, 40 anos, também apresenta todos os estudantes oriundos do ensino público. No dia da aplicação da sequência didática ambas as turmas estão com 15 alunos. Considerando que todos os estudantes participantes deste estudo têm idade superior a 18 anos, todos tiveram autonomia legal para assinar o TCLE (Termo de Consentimento Livre e Esclarecido).

3.3 Instrumentos de coleta de dados e materiais usados

Os instrumentos de coleta de dados utilizados nesta pesquisa foram as observações em sala de aula, os cartões de respostas da plataforma *Plickers* (<https://www.plickers.com>), conforme mostra a Figura 4, e os mapas mentais produzidos em sala pelos estudantes.

Figura 4 - Modelo de Cartões respostas disponíveis na plataforma *Plickers*



Fonte: <https://www.edgarcosta.net/wp-content/uploads/plickers-01.jpg>. Acesso: 28 de nov. de 2023.

Os cartões de respostas utilizados pelos estudantes na votação dos testes conceituais foram adquiridos no ambiente virtual da plataforma educacional *Plickers*, após a criação de uma conta pessoal. Estes foram impressos e distribuídos aos estudantes da seguinte forma: cada aluno recebeu um cartão com um padrão específico de código de barras e identificado com uma numeração similar ao número da lista de frequência. Os padrões contidos nos cartões são quadrados e cada lado está associado a uma alternativa (A, B, C e D). Sendo assim, cada teste conceitual pode apresentar até quatro alternativas como resposta. Cada estudante participa das votações dos testes conceituais usando seu cartão resposta com o lado da alternativa escolhida como resposta virado para cima.

As observações realizadas em sala de aula ocorreram de maneira não participativa, durante a formação dos pares, quando os estudantes compartilharam suas opiniões acerca dos testes conceituais que foram votados. Como sugerido por Danna e Matos (2006), durante o momento de observação ocorreu o registro de informações por meio de registro cursivo (contínuo) e o uso de palavras-chaves que foram associadas aos pares com o objetivo de orientar o docente sobre o tipo de discussão que estava sendo desempenhada em cada grupo. Vale ressaltar que, as observações não foram realizadas de forma homogênea devido ao elevado

número de pares formados, não sendo possível acompanhar as discussões desempenhadas por cada grupo com a devida atenção.

Com o objetivo de avaliar o nível de aprendizagem das turmas A e B, foi pedido que cada estudante construísse um mapa mental acerca do que estes assimilaram junto ao tópico de Funções visto em sala. A elaboração dos mapas teve como objetivo facilitar a prática pedagógica interativa no âmbito da sala de aula, assim como, ser usado como instrumento de avaliação de aprendizagem. Pois considerando a aplicação de mapas mentais em sala de aula como sendo uma metodologia ativa, vários autores defendem que esse tipo de metodologia quando inserida nas aulas estimula reflexões críticas sobre o assunto abordado, além de autonomia na organização do conhecimento estudado (BERBEL, 2011; MORAN, 2018).

3.4 Técnicas de análises de dados

As votações dos testes conceituais foram organizadas por meio de análise estatística de natureza descritiva, sendo utilizados tabelas e gráficos. Os gráficos de colunas ilustraram a comparação do percentual de respostas dos estudantes entre as alternativas, assim como, o percentual de respostas entre a primeira e a segunda votação. E os gráficos de setores abordaram os resultados relativos ao desempenho dos estudantes quanto aos critérios de construção dos mapas mentais.

Para a análise dos mapas mentais, foram estabelecidos alguns indicadores que adotaram os seguintes critérios: clareza na escrita, raciocínio lógico, interdisciplinaridade de conceitos, relação com o cotidiano, presença de elementos gráficos, estrutura adequada e quantidade mínima de informações. De acordo com a quantidade de critérios que atendiam, os mapas foram classificados dentro de três categorias, como mostra a Tabela 1.

Tabela 1: Classificação dos mapas mentais

Categorias	Número de critérios atendidos
Satisfatório	7 - 6
Parcialmente satisfatório	5 - 3
Insatisfatório	2 - 1

A evolução das turmas A e B submetidas à sequência didática *Peer Instruction* + *PhET*, respectivamente, foi medida pelo parâmetro denominado ganho normalizado ou ganho de (HAKE, 1998), definida pela Equação (1):

$$g = \frac{\%pós - \%pré}{100\% - \%pré} \quad (1)$$

Onde g é o ganho normalizado percentual, $\%pós$ é a porcentagem de acertos no pós-teste e $\%pré$ é a porcentagem de acertos no pré-teste. Ambos os percentuais de acerto ($\%pós$ e $\%pré$) foram calculados para a mesma turma. A diferença ($\%pós - \%pré$) representa o ganho absoluto de aprendizagem. O ganho de *Hake* foi aplicado apenas nos testes conceituais onde as turmas tiveram percentual de acerto entre 35% e 70%, sendo necessário a discussão entre os pares.

3.5 Etapas da pesquisa

A aplicação da metodologia ativa *Peer Instruction* foi estruturada com base em quatro contextos: Dificuldades dos Alunos, Pré-Aula, Aplicação da *Peer Instruction* e Testes Conceituais. Na etapa Dificuldades dos alunos, realizou-se uma pesquisa na literatura especializada com o objetivo de identificar as dificuldades apresentadas pelos estudantes com relação ao tópico “Funções e seus gráficos”. A etapa Pré-Aula teve como objetivo propiciar aos alunos um primeiro contato formal com o tema antes da aula. Considerando que o único recurso em comum que os estudantes tinham à disposição era o livro-texto, a Pré-Aula consistiu em um estudo acerca de um trecho específico desse material e, posteriormente, na resolução de um conjunto de questões conceituais de natureza discursiva. As respostas do conjunto de questões tiveram como finalidade apontar quais os temas de Funções e seus gráficos foram assimilados com maior facilidade e quais os temas não foram compreendidos pelos estudantes.

A prática da metodologia *Peer Instruction*, que ocorreu em duas aulas totalizando um tempo de 1h40min, envolveu a aplicação de 5 testes conceituais, distribuídos nos momentos pré e pós votação, de acordo com a necessidade. Para a formulação dos testes conceituais considerou-se dois critérios: as indicações da literatura especializada e as respostas dos estudantes na etapa Pré-Aula.

Essa aula foi ministrada no mesmo dia letivo da semana nas duas turmas participantes, no primeiro bimestre do ano letivo de 2023.

Nas turmas A e B, os conceitos introdutórios de funções matemáticas foram abordados com o auxílio do simulador interativo *PhET*. Ao apresentar a simulação que tratava de um construtor de funções no ambiente virtual do *PhET*, funcionalidades como criação de funções personalizadas, visualização de gráficos, manipulação de parâmetros, transformação e comparação de funções e análise de pontos específicos nos gráficos foram explanados. Ilustrando os diferentes tipos de funções matemáticas, foi possível classificá-las com relação ao tipo de gráficos que estas davam origem. Após cada conceito matemático ser abordado no simulador, eram propostos testes conceituais, cujas respostas foram coletadas de acordo com a metodologia *Peer Instruction*, através do sistema de votação disponibilizado na plataforma virtual *Plickers*.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Votação dos testes conceituais

De acordo com Mazur (2015), os testes devem ser formados por questões de múltipla escolha, que abordam conceitos que exijam raciocínio e interpretação por parte dos estudantes, evitando situações em que estes apenas memorizem fórmulas ou que simplesmente substituam valores numéricos em variáveis das equações. Seguindo as recomendações de Mazur (2015), durante a aplicação da sequência didática não foram desenvolvidos pós-testes diferentes dos pré-testes. Uma vez que, a não resolução do teste conceitual poderia configurar uma lacuna de formação de conhecimento no processo de aprendizagem dos estudantes.

As duas turmas participaram e desenvolveram a sequência didática com interesse, curiosidade e constante debate. Os debates foram profundos, com os estudantes externando suas concepções de forma mais afirmativa, pontuando e relacionando suas opiniões com as simulações vistas em sala. Alguns autores justificam comportamento semelhante aos observados nas turmas A e B, pelo fato de aulas com *Peer Instruction* somadas as simulações interativas incentivarem a participação ativa dos alunos, resultando em um melhor engajamento além de permitir que os alunos experimentem e explorem conceitos de maneira concreta, ajudando na compreensão profunda do assunto (TAIPALA, 2014; VICKREY et al., 2015).

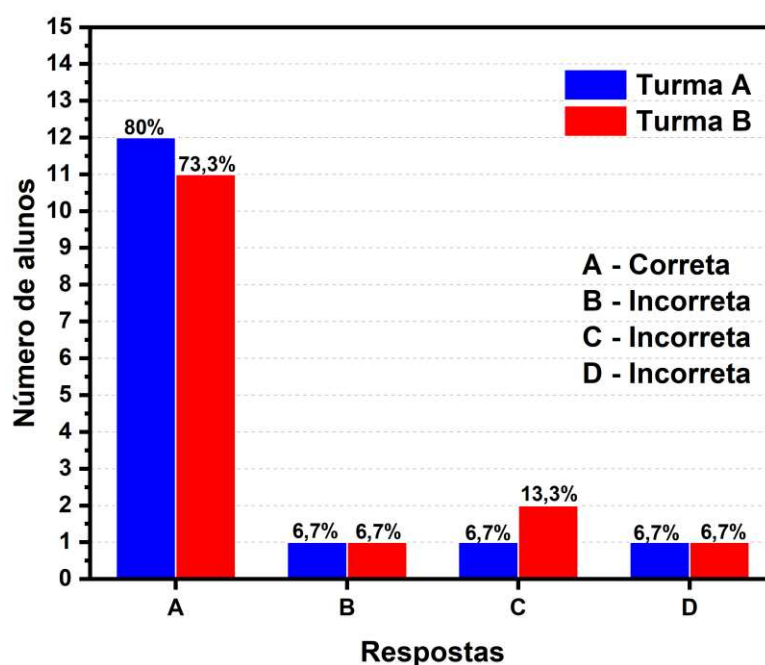
Alguns testes conceituais aplicados durante a sequência didática tiveram que ser discutidos por meio da formação de pares, e submetidos a nova votação, uma vez que estes apresentaram percentual de acerto na primeira votação inferior a 70%.

Os resultados quantitativos representados pelos gráficos presentes nas figuras a seguir (5 a 12) foram observados durante a aplicação da sequência didática nas turmas A e B por uma ótica qualitativa. Na turma A, observou-se uma adesão quase que absoluta da turma, em relação à turma B, durante a exposição do simulador, o que acarretou maior interatividade com os conceitos abordados por meio do levantamento de hipóteses dos estudantes quando eram questionados sobre o princípio matemático em questão. Também se notou maior facilidade da turma A em relacionar o conceito matemático observado no simulador com acontecimentos cotidianos.

A Figura 5 apresenta a dinâmica de respostas das turmas A e B com relação ao primeiro teste conceitual. Neste teste que visa trabalhar conceitos básicos de funções, pode-se observar que ambas as turmas apresentaram um percentual de resposta correta satisfatório, como indica a metodologia *Peer Instruction*. Destacando-se o perfil de resposta da turma A em comparação

ao perfil da turma B, que apresentou um percentual de resposta correta relativamente superior. Por outro lado, apenas 20% dos estudantes da turma A escolheram uma resposta diferente da alternativa correta (letra A). Enquanto, na turma B, 26,7% dos estudantes distribuíram-se entre as alternativas incorretas.

Figura 5 - Percentual de resposta da primeira votação do teste conceitual 1 para as turmas A e B

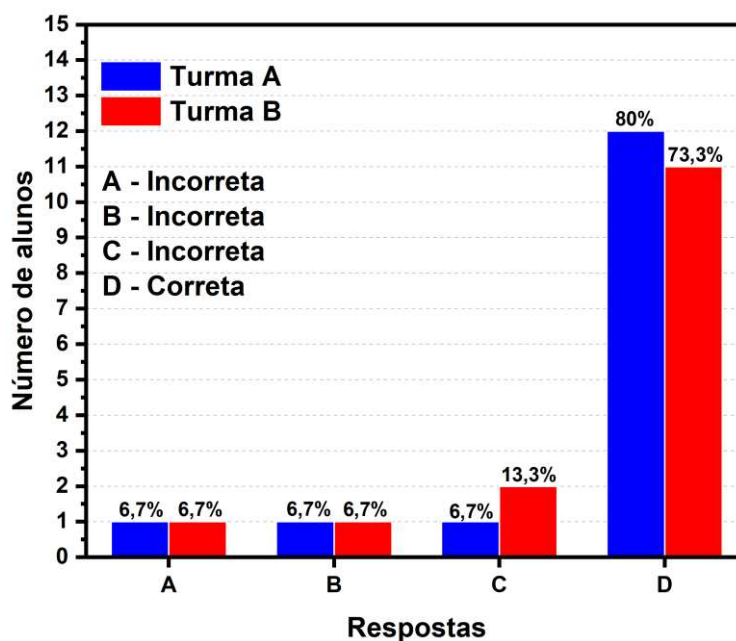


Fonte: Acervo do autor.

De acordo com a literatura, atribui-se o alto percentual de respostas corretas dos estudantes de ambas as turmas no teste conceitual 1 à plena compreensão do conceito básico de funções. Uma vez que esses autores defendem que, é fundamental que os estudantes entendam funções como relações especiais onde a cada elemento do domínio corresponde um e apenas um elemento do contradomínio (VINNER; DREYFUS, 1989). Erros comuns podem surgir de concepções errôneas, como pensar que qualquer relação entre duas variáveis constitui uma função. Não houve segunda votação para o teste conceitual 1 em nenhuma das turmas.

No gráfico da Figura 6 é possível notar o percentual de respostas das turmas A e B com relação ao segundo teste conceitual. Observa-se que, a turma A novamente apresentou um desempenho satisfatório de aproveitamento. Enquanto a turma B teve uma performance suficiente para evitar a segunda votação.

Figura 6 - Percentual de resposta da primeira votação do teste conceitual 2 para as turmas A e B



Fonte: Acervo do autor.

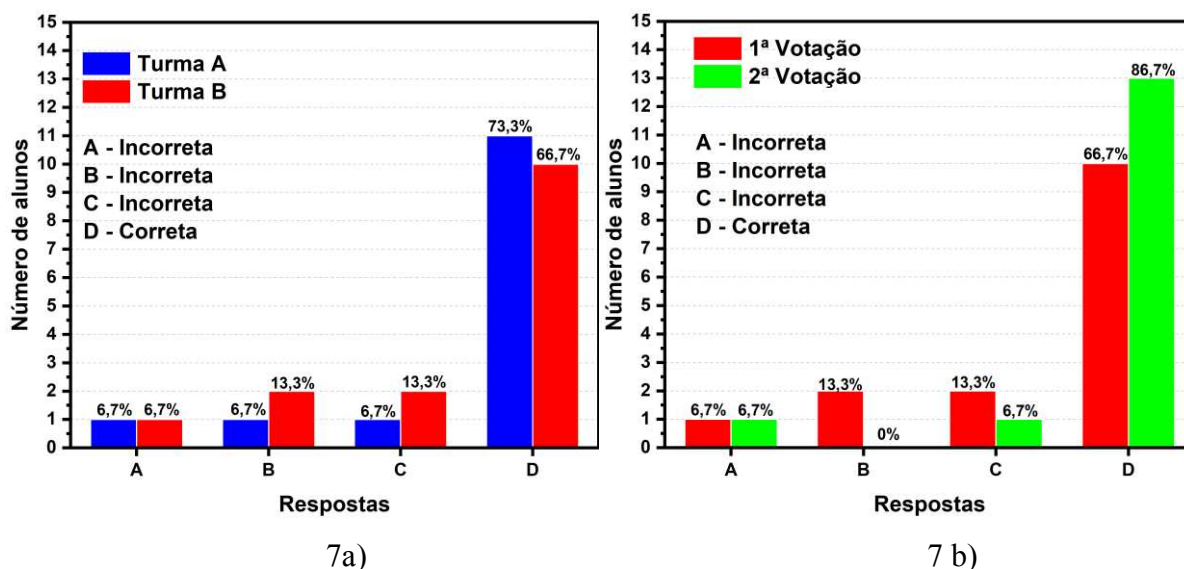
A alternativa C foi a opção de um percentual considerável dos estudantes da turma A. Indicando que, estes não conseguiram assimilar corretamente o conceito matemático de gráfico de funções que define a representação geométrica de uma função.

A capacidade de identificar gráficos de funções lineares é crucial. Clements e Battista (1992) afirmam que a visualização é um aspecto chave no entendimento de conceitos matemáticos. Alunos podem errar ao não distinguir entre diferentes tipos de gráficos ou ao não associar a linearidade com uma linha reta, como no caso dos estudantes (aproximadamente 46,8%, somando-se as duas turmas) que optaram por uma das alternativas incorretas (A, B ou C).

Desse modo, fica evidente a impossibilidade desses estudantes em classificar corretamente os exemplos de gráfico de funções abordados no teste conceitual 2. Não houve segunda votação para o teste conceitual 2.

A Figura 7 apresenta o percentual de respostas das turmas A e B para o teste conceitual 3. Na Figura 3a é possível observar que a turma A continuou apresentando percentual de resposta correta superior ao da turma B. Mas desta vez a turma A apresentou um percentual de acerto relativamente superior a 70%, ou seja, uma performance suficiente para evitar a formação dos pares e, consequentemente, uma segunda votação do teste conceitual.

Figura 7 - 7a) Primeira votação do teste conceitual 3 para as turmas A e B e 7b) Segunda votação do teste conceitual 3 para a turma B



Fonte: Acervo do autor.

Um comportamento que pode explicar esse percentual de erros para a turma A e B, diz respeito ao momento da explanação que relaciona funções e taxa de variação. Uma vez que, este teste explora o conceito de taxa de variação, um aspecto central em funções lineares. Segundo Stump (2001), a compreensão da inclinação como taxa de variação é um marco no entendimento de funções lineares. Erros podem ocorrer devido à dificuldade em compreender a inclinação como uma medida de variação.

Com relação à turma B, o percentual de acerto ficou compreendido entre 35% e 70%. Neste caso, seguindo a metodologia da sequência didática *Peer Instruction*, foi pedido aos estudantes que formassem pequenos grupos, entre 4 e 5 integrantes, e que conversassem entre si sobre o teste conceitual. Nesse momento foi dito que todos deveriam externar suas opiniões acerca da resposta correta e defender sua escolha com base na sua compreensão do tema. Tomou-se o cuidado de garantir que o maior número de grupos fosse formado por pelo menos um estudante que acertou o teste na primeira votação. Após o tempo pré-determinado (5 minutos) para ocorrer o diálogo entre os pares, realizou-se uma nova votação do teste conceitual apresentado na votação 1, onde a turma B conseguiu desempenhar um percentual de acerto igual a 90%, como pode ser visto na Figura 3b.

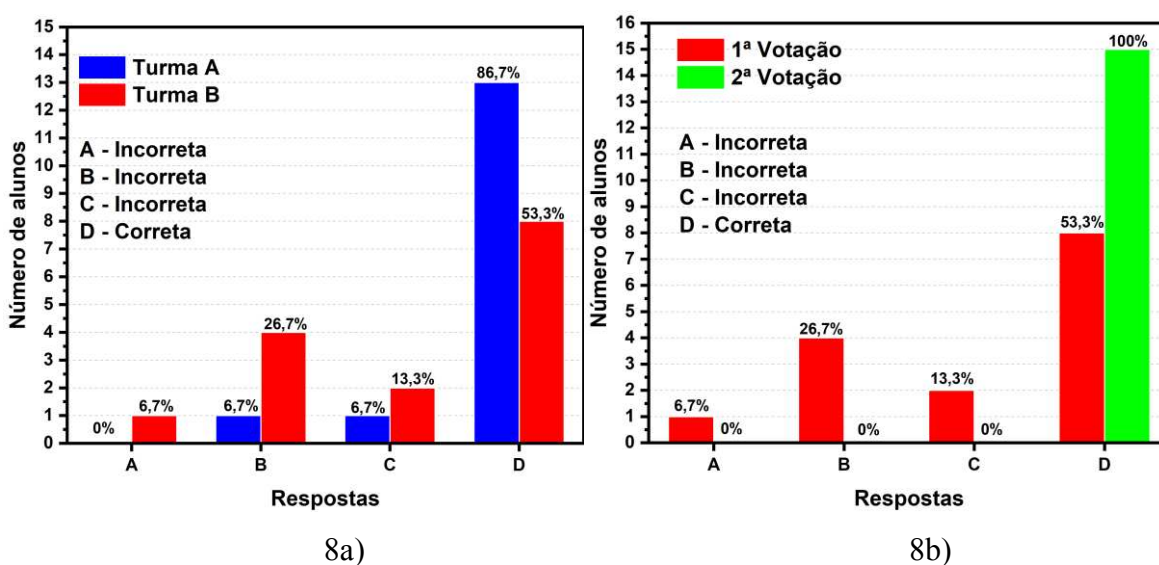
Sendo assim, houve um aumento superior a 20% no percentual de resposta correta entre a primeira e a segunda votação. De acordo com Mazur (2015), este resultado satisfatório, indica

o papel positivo da interação social e do compartilhamento de opiniões e interpretações dos estudantes por meio da formação dos pares.

Observando a dinâmica de diálogo dos estudantes no momento de formação dos pares, foi percebido que os estudantes da turma B não dominavam a definição matemática de funções e não assimilaram corretamente a relação entre uma função e a taxa de variação. Também foi registrado que alguns estudantes desconheciam que o vácuo não apresenta composição química.

A Figura 8 mostra o percentual de respostas das turmas A e B para o teste conceitual 4. A turma A apresentou um percentual de resposta correta acima de 80%. Entretanto, 13,3% dos estudantes não conseguiram convergir para a resposta correta mesmo após a explanação do conceito matemático de funções não-lineares, com o auxílio do simulador *PhET*. Já a turma B apresentou um percentual inferior a 55% de acerto.

Figura 8 - 8a) Primeira votação do teste conceitual 4 para as turmas A e B e 8b) Segunda votação do teste conceitual 4 para a turma B



Fonte: Acervo do autor.

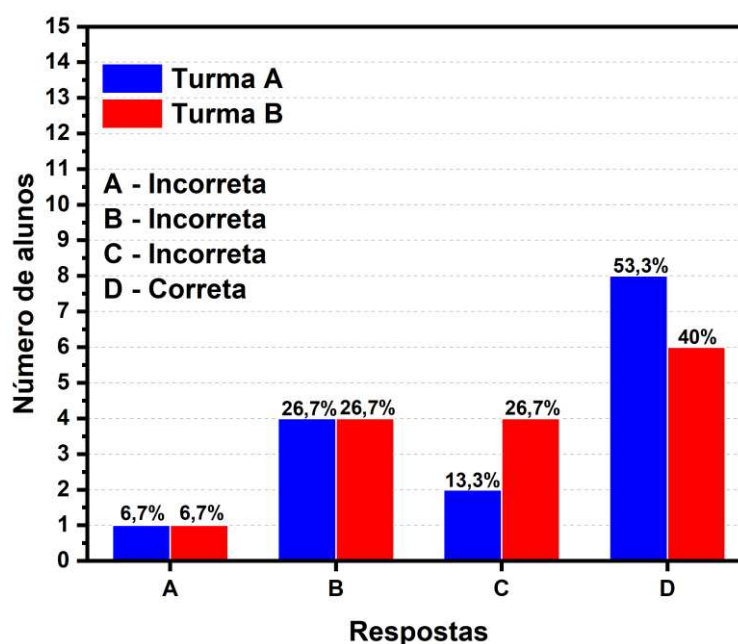
Esse teste conceitual trabalhou a habilidade fundamental dos estudantes de distinguir funções lineares de não-lineares. Conforme Bottino e Kynigos (2009), alunos frequentemente têm uma noção pré-concebida de funções como lineares, levando a erros ao identificar funções não-lineares. A compreensão da forma geral de uma função quadrática ($y = x^2$) é crucial no estudo das funções.

Com relação a turma B, novamente não conseguiu atingir o percentual de acerto mínimo para evitar a segunda votação (ver Figura 3a). Desta forma, solicitou-se à turma que mais uma

vez realizassem a formação dos grupos. Para esse teste conceitual a turma B demandou um tempo maior (15 minutos) comparado ao tempo necessário na formação dos pares do teste conceitual 3. Pois, percebeu-se que os diálogos ocorridos entre os pares aconteceram de forma muito produtiva, com discussões consistentes e embasadas nos conceitos físicos. Vista disso, após a segunda votação a turma B desempenhou surpreendentes 100% de aproveitamento (ver Figura 3b). Considerando o fato da turma B está formando os pares pela segunda vez, Mazur (2015) sugere que, ao trabalhar em grupo, os estudantes têm a oportunidade de explicar conceitos uns aos outros, o que pode ajudá-los a aprofundar sua compreensão dos assuntos abordados, além de ao ter sucesso na formação de pares, os estudantes podem sentir-se mais confiantes em suas habilidades de aprendizagem e compreensão.

Por fim, a Figura 9 apresenta o percentual de resposta para o teste conceitual 5. Como observado, nenhuma das turmas conseguiu atingir o percentual mínimo de acerto para evitar a segunda votação. Nesse caso, ocorreu a segunda votação em ambas as turmas, sendo a primeira vez que a turma A promoveu a formação dos pares. Mesmo não desempenhando o valor mínimo de 70%, a turma A conseguiu apresentar um percentual de acerto superior ao da turma B em todas as primeiras votações.

Figura 9 - Percentual de resposta da primeira votação do teste conceitual 5 para as turmas A e B.



Fonte: Fonte da informação.

Dentro do universo da turma A, está teve aproximadamente 50% dos seus estudantes optando por uma das alternativas incorretas. Enquanto na turma B, esta teve 60% dos estudantes optando por uma das alternativas incorretas. Em ambas as turmas se observou a mesma dificuldade: aplicação de conceitos em Funções Complexas.

Este teste desafia os alunos a aplicar seu conhecimento em um contexto mais complexo. A literatura sugere que a compreensão profunda de funções envolve não apenas reconhecer padrões, mas também aplicar conceitos em novas situações (ZASLAVSKY, 1997). Para o Teste 5, que envolve a aplicação de conceitos em funções quadráticas para determinar o valor mínimo de $y = x^2 - 4x + 3$, os erros dos estudantes podem ser justificados principalmente pela(s): i) dificuldades em entender a natureza das funções quadráticas e como elas diferem das funções lineares. Eles podem não reconhecer que o ponto de mínimo (ou máximo) é uma característica chave dessas funções (BOOTH, 1988); ii) formulação algébrica e a identificação do vértice da parábola (ponto de mínimo ou máximo) podem ser desafiadores. Os alunos podem não estar familiarizados com a fórmula do vértice para funções quadráticas ou podem aplicá-la incorretamente (SCHWARTZ, 2008; Zaslavsky, 1997); aplicação de conhecimentos de álgebra previamente aprendidos, como completar quadrados ou usar a fórmula do vértice. Alunos que não consolidaram esses conceitos podem ter dificuldade em aplicá-los corretamente (SCHIFTER, 2008).

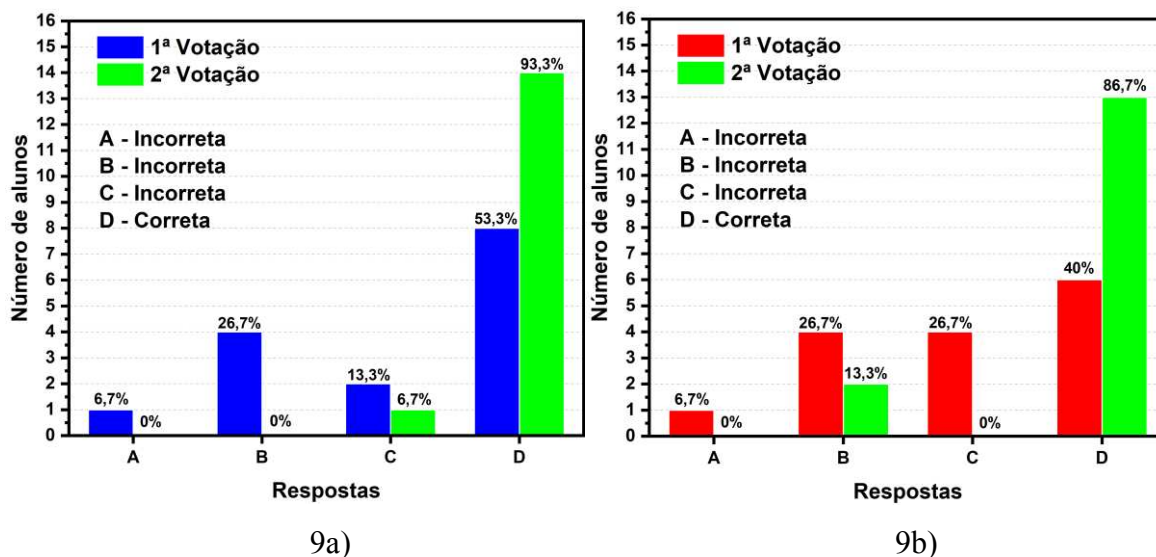
De acordo com Mazur (2015), durante a formação dos pares é interessante que o direione as perguntas de forma a envolver todos os estudantes e estimular a participação ativa, assim como incentivá-los a trabalharem juntos, ajudando uns aos outros a compreender os conceitos.

Desta forma, sabendo quais os pontos conceituais que deveriam ser atacados para que os estudantes conseguissem preencher essa lacuna de conhecimento, algumas hipóteses foram levantadas pelo docente junto aos pares, a fim de orientar os diálogos no sentido de que ao responderem os questionamentos propostos eles fossem capazes de fazer a associação correta entre as definições de funções quadráticas e valor mínimo. Novamente, o tempo demandado pelas turmas durante a discussão entre os pares foi superior ao tempo de 10 minutos predeterminado.

A Figura 10 apresenta o percentual de respostas das turmas A (10a) e B (10b) relativas à segunda votação. A turma A apresentou um percentual de resposta correta superior a 90%, configurando uma convergência de 40% para a resposta correta em relação à primeira votação. A turma B desempenhou um percentual de acerto igual a 86,7%, ou seja, reduzindo de 60% para apenas 13,3% o percentual de erro da turma. Mais uma vez, esses números reforçam o

papel singular que a formação por pares exerceu no processo de aprendizagem desses estudantes.

Figura 10 - 10a) Segunda votação do teste conceitual 5 para as turmas A e 10b) Segunda votação do teste conceitual 5 para a turma B

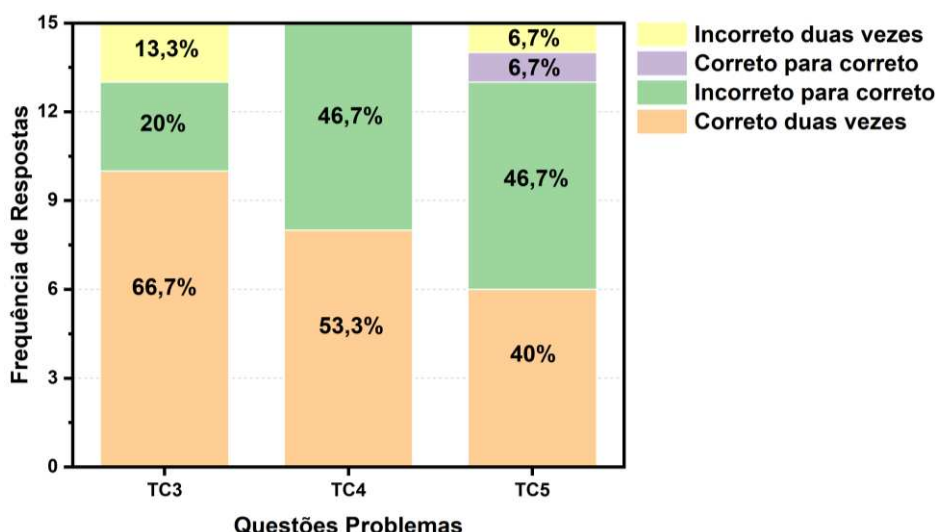


Fonte: Acervo do autor.

Com o objetivo de investigar, de forma minuciosa e detalhada, a dinâmica de respostas das turmas antes e após a discussão dos pares, realizou-se uma análise descritiva dos testes conceituais que necessitam de segunda votação para que o percentual de acerto da turma ficasse acima de 70%. No total, os testes conceituais 3, 4 e 5 tiveram frequência de acerto menor que 70%, quando submetidos no âmbito da turma B. Com relação a turma A, apenas o teste conceitual 5 foi discutido entre os pares.

A Figura 11 sintetiza a dinâmica de resposta dos alunos da turma B, considerando a resposta individual de cada estudante na primeira e na segunda votação. O desempenho individual de cada estudante foi classificado conforme as categorias indicadas na legenda do gráfico.

Figura 11 - Distribuição de frequência de respostas dos testes conceituais 3, 4 e 5 para a turma B



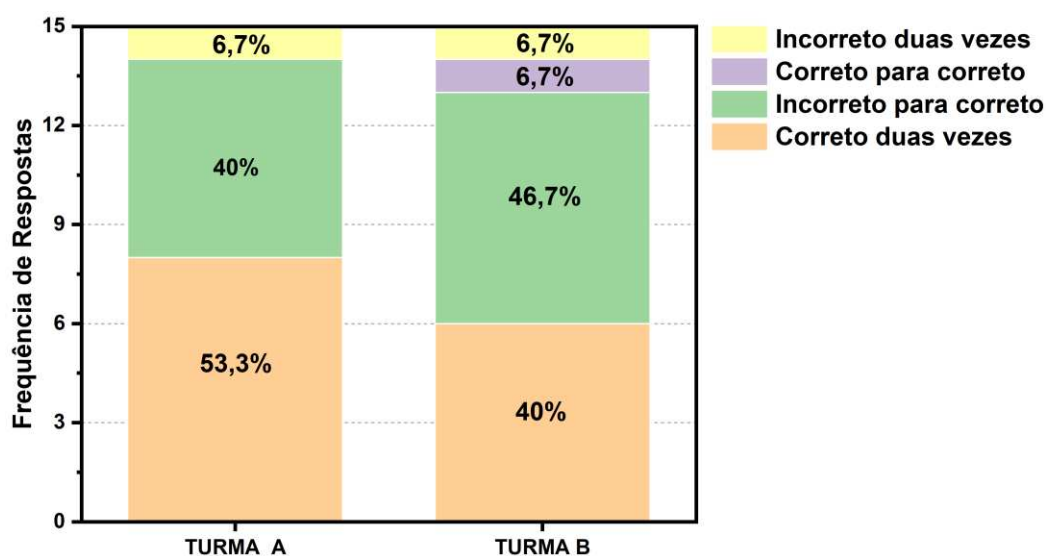
Fonte: Acervo do autor.

Como observado na Figura 11, o teste conceitual 3 apresentou 20% de convergência para a resposta correta, enquanto apenas 13,3% dos estudantes mantiveram sua resposta como incorreta. Já no teste conceitual 4, houve uma convergência de 100% para a resposta correta, ou seja, todos os estudantes que optaram por uma das alternativas incorretas na primeira votação, após a discussão entre os pares, escolheram a alternativa correta na segunda votação. De acordo com Mazur (2015), esse resultado pode ser justificado pela interação sociocognitiva que ocorreu entre os pares. Onde, possivelmente, os estudantes que assinalaram a resposta correta na primeira votação conseguiram convencer os estudantes que estavam optando pela alternativa incorreta a refazerem sua escolha. E no teste conceitual 5, 46,7% dos estudantes conseguiram convergir para a alternativa correta após a discussão entre os pares e 6,7% erraram a resposta do teste. Nesse teste em específico, 6,7% dos estudantes que assinalaram corretamente a resposta na primeira votação, após a discussão entre os pares foram convencidos a optarem por uma das alternativas incorretas. Neste caso, observou-se que os estudantes que acertaram o teste na primeira votação e erraram na segunda votação, durante a discussão entre os pares, estavam em grupos onde a maioria dos componentes eram de alunos que tinham errado o teste na primeira votação. Sendo assim, permitindo que a concepção errada dos colegas prevalecesse sobre a sua escolha correta.

A Figura 12 relaciona a dinâmica de resposta das turmas A e B para o teste conceitual 5. É possível observar que na turma A a convergência para a resposta correta na segunda votação foi favorecida pelo percentual elevado de estudantes que acertaram o teste na primeira

votação. Desta forma, a possibilidade de ter pelo menos um ou dois estudantes, que acertaram o teste na primeira votação, integrando cada um dos pares é considerável. E assim, ter uma distribuição homogênea de concepções e interpretações corretas presentes durante as discussões, justifica o percentual elevado de convergência para a resposta correta. Mas, mesmo assim, 6,7% dos estudantes permaneceram com escolhas incorretas. Na turma A não foi observado nenhum caso em que a convergência ocorreu para a resposta incorreta. Sugerindo que a distribuição homogênea de estudantes que acertaram o teste na primeira votação entre os pares teve uma influência positiva nas discussões.

Figura 12 - Distribuição de frequência comparativa entre as turmas A e B do teste conceitual 5



Fonte: Acervo do autor.

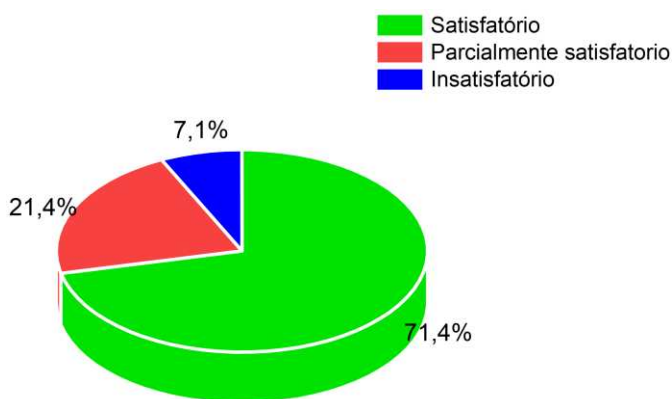
Os números da Figura 12 indicam que a discussão entre os pares favoreceu a convergência das respostas para a alternativa correta. Esse resultado reafirma a ideia de Mazur (2015), sobre a aprendizagem por pares ser o ponto alto da metodologia *Peer Instruction* em relação ao ganho de aprendizagem. Como foi mencionado, em algumas votações houve estudantes que permaneceram com a resposta incorreta, mesmo mudando de alternativa na segunda votação. Entretanto, o percentual absoluto para este grupo foi relativamente baixo.

Portanto, as discussões entre os grupos atribuíram um desempenho relevante aos estudantes em todos os testes conceituais que tiveram a necessidade de segunda votação.

4.2 Análise dos mapas mentais

A eficiência dos mapas mentais na aprendizagem tem sido amplamente estudada na literatura (BUZAN, 2018; DHINDSA; MAKARIMI-KASIM; ROGER ANDERSON, 2011). A Figura 13 apresenta o diagrama com a classificação dos mapas mentais produzidos pelos estudantes da turma A. Como pode ser observado, o percentual relativo de 71,4% dos mapas que apresentaram em sua constituição uma quantidade mínima de pelo menos 6 critérios. E apenas 7,1% dos mapas apresentaram entre 1 e 2 critérios.

Figura 13 - Classificação dos mapas mentais da turma A



Fonte: Acervo do autor.

De acordo com Tee et al. (2014), que realizou a análise de mapas mentais produzidos por estudantes de nível médio com base em critérios preestabelecidos, os mapas mentais avaliados como satisfatórios, foram eficazes em ajudar os estudantes a compreender e sistematizar o conhecimento. Ainda segundo o autor, o fato de 21,4% dos mapas avaliados apresentarem pelo menos 3 critérios também sugere que os estudantes foram capazes de incorporar uma quantidade significativa de informações e conceitos em seus mapas.

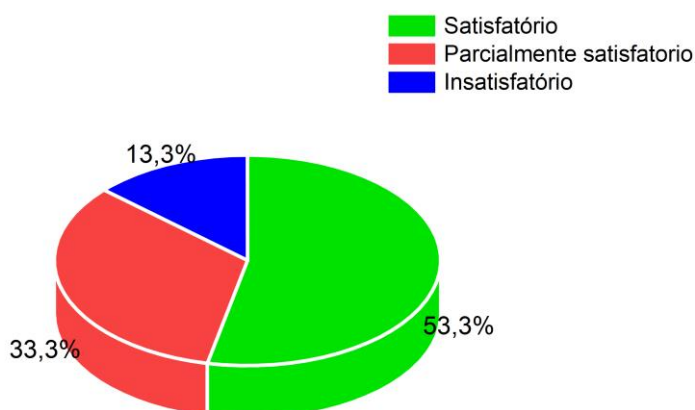
É possível atribuir o alto percentual de mapas satisfatórios nessa turma às simulações interativas do *PhET*, que foram usadas durante a aplicação da *Peer Instruction*. Pesquisadores da área de ensino como Prima, Putri e Rustaman (2018) e Moore et al. (2014) defendem que as simulações do *PhET* podem ser usadas como uma ferramenta complementar para ajudar a construir mapas mentais. Sendo possível o uso da ferramenta com diferentes configurações e situações em uma simulação, onde os estudantes podem visualizar conceitos de maneira mais clara e estabelecer relações entre ideias. Segundo os autores, isso pode ajudá-los a criar mapas

mentais mais precisos e completos, tornando-os mais bem preparados para compreender e lembrar conceitos importantes.

No entanto, é importante destacar que ainda há uma parcela significativa de mapas que apresentam entre 1 e 2 critérios. Relativo a esse contexto, estudos atuais como o de Yakubova (2023) indicam que alguns estudantes ainda têm dificuldades cognitivas em criar mapas mentais efetivos e incluir todas as informações relevantes, mesmo com explicações claras e precisas sobre o tema estudado. Nesse caso o autor sugere ser necessário fornecer mais treinamento e orientação a esses estudantes para ajudá-los a criar mapas mentais mais significativos e a aproveitar ao máximo seus benefícios na aprendizagem.

E na Figura 14, tem-se o diagrama relativo à classificação dos mapas produzidos pela turma B. Observa-se que do percentual relativo dos mapas, 53,3% apresentaram pelo menos 6 critérios dos 7 estabelecidos. Com relação aos mapas classificados como insatisfatórios, menos de 15% dos mapas avaliados apresentaram pelo menos 1 critério avaliativo.

Figura 14 - Classificação dos mapas mentais da turma B



Fonte: Acervo do autor.

Segundo Buzan (2018), a avaliação de mapas produzidos por estudantes pode ser influenciada por diversos fatores, tais como o nível de escolaridade, a formação do professor, a qualidade dos recursos didáticos utilizados e a rotina de trabalho fora da escola. Portanto, é importante considerar a relevância de objetos de aprendizagem ao avaliar a qualidade dos mapas mentais produzidos por estudantes de todos os níveis de ensino.

4.3 Ganho normalizado de *Hake*

Os resultados do cálculo do ganho de *Hake* para cada uma das turmas estão apresentados na Tabela 2. O cálculo foi estruturado de acordo com a metodologia de análise de Araujo et al. (2016).

Hake (1998) define três classes de ganho normalizado: ganho baixo ($g < 0,30$), ganho médio ($0,30 \leq g \leq 0,70$) e ganho alto ($g > 0,70$). Vale salientar que valores negativos indicam perdas. A Tabela 2 apresenta os resultados para o cálculo do ganho de *Hake*, relativo às turmas A e B.

Tabela 2 - Cálculo do ganho de *Hake* normalizado

Turmas	TA	TB	TB	TB
Testes Conceituais	TC5	TC3	TC4	TC5
Porcentagem de acertos no pré-teste	53,3	66,7	53,3	40
Porcentagem de acertos no pós-teste	93,3	86,7	100	86,7
Ganho de <i>Hake</i>	0,85	0,60	1	0,77

Mazur (2015) menciona que turmas submetidas a metodologia *Peer Instruction* devem apresentar $g > 0,36$, e para turma submetidas a metodologias tradicionais de ensino o valor médio do ganho fica compreendido entre $0,10 \leq g \leq 0,20$. Os testes conceituais aplicados neste estudo e que foram requisitados para discussão por pares, mostram, em sua maioria, um ganho de *Hake* superior a 0,70.

Fazendo uma análise do ganho de *Hake* para as turmas A e B, verifica-se que na turma A, apenas o teste conceitual 5 foi submetido à formação dos pares e consequente aplicação do pós-teste. Neste caso, a turma A ficou com ganho alto de 0,85, configurando um aproveitamento expressivo na votação do pós-teste. Com relação à turma B, a formação dos pares e a votação do pós-teste (segunda votação) ocorreu durante a aplicação dos testes conceituais 3, 4 e 5.

E como visto na Tabela 2, os testes conceituais 4 e 5 apresentaram ganho superior a 0,70, com destaque para o teste conceitual 4 que apresentou ganho igual a 1, ou seja, todos os estudantes que participaram da votação do pós-teste convergiram para a resposta correta.

De acordo com o próprio Hake (1998), um ganho normalizado superior a 0,7 indica que os estudantes obtiveram um desempenho excepcional em relação a uma atividade de ensino específica. Este resultado sugere que as turmas A e B experimentaram um aprendizado significativo e efetivo, com uma melhora acentuada no aproveitamento dos testes conceituais (ARAUJO et al., 2016).

Existem vários fatores que podem contribuir para um ganho de *Hake* normalizado superior a 0,7. Primeiro, a qualidade do ensino pode ser um fator importante (BARROS et al., 2004). Um professor capacitado e bem-preparado é fundamental para garantir que os estudantes compreendam os conceitos de maneira clara e precisa (PARREIRA, 2017). Além disso, a utilização de técnicas pedagógicas eficazes, como o ensino baseado em problemas, a apresentação de exemplos concretos e a realização de atividades práticas, também pode ajudar a maximizar o ganho de *Hake* normalizado (Hake, 1998; Mazur, 2015).

Finalmente, a interação entre os estudantes e os professores também pode desempenhar um papel importante no ganho de *Hake* normalizado. A troca de ideias e a discussão em grupo podem ajudar os estudantes a compreender conceitos de maneira mais clara e profunda, além de aumentar a motivação e a participação dos estudantes (Mazur, 2015; Araujo et al., 2016).

Calculando o ganho Médio de *Hake* para esse estudo, bem como seu desvio padrão, foi encontrado $g = 0,80 \pm 0,12$, sendo este um valor superior aos alcançados por vários estudos na literatura (Araujo et al., 2016; Barros et al., 2004; Parreira, 2017).

5 CONCLUSÃO

A pesquisa descrita neste Trabalho de Conclusão de Curso analisou a influência do simulador interativo *PhET* na metodologia ativa *Peer Instruction*, aplicada ao ensino de matemática no contexto da Educação de Jovens e Adultos (EJA). O estudo comprovou a eficácia do método *Peer Instruction* e das simulações interativas, evidenciado pelo envolvimento efetivo dos estudantes nas tarefas propostas e pelo ganho qualitativo de aprendizagem, mensurado pelos resultados aqui discutidos.

Considerando os objetivos estabelecidos para justificar a implementação deste estudo, os resultados obtidos são considerados relevantes, pois corroboram com a literatura, indicando um retorno positivo. O objetivo geral, que visava compreender como a inserção de objetos de aprendizagem no contexto de metodologias ativas poderia favorecer o desempenho dos estudantes da EJA, foi relativamente atingido. Conforme analisado, as turmas A e B apresentaram resultados satisfatórios de aprendizagem com a metodologia *Peer Instruction*. Essa metodologia ativa, ao incorporar um objeto de aprendizagem (Simulador Interativo *PhET*), proporcionou resultados ainda melhores, quando comparado com estudos que utilizaram apenas a *Peer Instruction*.

Quanto à avaliação dos mapas mentais, ambas as turmas demonstraram um desempenho relevante na confecção dos mesmos, mostrando que o método *Peer Instruction* favorece a aprendizagem e potencializa o ensino em qualquer nível. A aprendizagem auxiliada por métodos interativos facilita a construção do conhecimento e serve como agente facilitador das práticas de ensino.

Em relação ao ganho de *Hake* apresentado pelas turmas, estas foram iguais ou superiores aos resultados encontrados na literatura para turmas submetidas a métodos de aprendizagem ativa. É importante destacar que a quantidade de testes conceituais utilizados nesta pesquisa foi menor do que a usualmente observada em trabalhos que também empregaram o cálculo do ganho de *Hake*.

Por fim, percebeu-se que a metodologia ativa *Peer Instruction* pode ser adaptada, com a introdução de diferentes tipos de objetos de aprendizagem conforme as necessidades de cada grupo de estudantes, contribuindo para um ensino eficaz onde a relação ensino-aprendizagem seja benéfica tanto para docentes quanto para discentes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAUJO, A. V. R. DE et al. Uma associação do método Peer Instruction com circuitos elétricos em contextos de aprendizagem ativa. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 39, 7 nov. 2016.
- BANDA, H. J.; NZABAHIMANA, J. The Impact of Physics Education Technology (PhET) Interactive Simulation-Based Learning on Motivation and Academic Achievement Among Malawian Physics Students. **Journal of Science Education and Technology**, v. 32, n. 1, p. 127–141, 1 fev. 2023.
- BARROS, J. A. DE et al. Engajamento interativo no curso de Física I da UFJF. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 26, p. 63–69, 2004.
- BERBEL, N. A. N. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. **Semina: Ciências Sociais e Humanas**, v. 32, n. 1, p. 25–40, 2011.
- BOOTH, L. Children's Difficulties in Beginning Algebra. **The Ideas of Algebra, K-12**, p. 20–32, 1988.
- BOTTINO, R. M.; KYNIGOS, C. Mathematics Education & Digital Technologies: Facing the Challenge of Networking European Research Teams. **International Journal of Computers for Mathematical Learning**, v. 14, n. 3, p. 203–215, 1 out. 2009.
- BRASIL. nº 9.394/1996. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, LDB. . Brasil 1996.
- BUZAN, T. **Mind Map Mastery: The Complete Guide to Learning and Using the Most Powerful Thinking Tool in the Universe**. [s.l.] Watkins Media Limited, 2018.
- CARVALHO, D. C. R. et al. Desafios e perspectivas da metodologia de avaliação por pares no Ensino Médio. **Peer Review**, v. 5, n. 21, p. 750–759, 6 out. 2023.
- CHANG-TIK, C. Student Collaboration Through Assessment, Feedback and Peer Instruction. Em: CHANG-TIK, C.; KIDMAN, G.; TEE, M. Y. (Eds.). **Collaborative Active Learning: Practical Activity-Based Approaches to Learning, Assessment and Feedback**. Singapore: Springer Nature, 2022. p. 53–79.
- CLEMENTS, D. H.; BATTISTA, M. T. Geometry and spatial reasoning. Em: **Handbook of research on mathematics teaching and learning: A project of the National Council of Teachers of Mathematics**. New York, NY, England: Macmillan Publishing Co, Inc, 1992. p. 420–464.
- CROUCH, C. H.; MAZUR, E. Peer Instruction: Ten years of experience and results. **American Journal of Physics**, v. 69, n. 9, p. 970–977, 1 set. 2001.
- DANCY, M.; HENDERSON, C.; TURPEN, C. How faculty learn about and implement research-based instructional strategies: The case of Peer Instruction. **Physical Review Physics Education Research**, v. 12, n. 1, p. 010110, 22 fev. 2016.
- DANNA, M. F.; MATOS, M. A. **Aprendendo a observar**. [s.l.] Edicon, 2006.
- DHINDSA, H. S.; MAKARIMI-KASIM; ROGER ANDERSON, O. Constructivist-Visual Mind Map Teaching Approach and the Quality of Students' Cognitive Structures. **Journal of Science Education and Technology**, v. 20, n. 2, p. 186–200, 1 abr. 2011.
- DI PIERRO, M. C.; JOIA, O.; RIBEIRO, V. M. Visões da educação de jovens e adultos no Brasil. **Cadernos CEDES**, v. 21, p. 58–77, nov. 2001.
- DOS SANTOS BELMONTE, I.; BORGES, A. V.; GARCIA, I. T. S. Adaptation of Physical Chemistry Course in COVID-19 Period: Reflections on Peer Instruction and Team-Based Learning. **Journal of Chemical Education**, v. 99, n. 6, p. 2252–2258, 14 jun. 2022.
- FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.
- FREIRE, P. **Pedagogia Do Oprimido**, 2002.
- FREITAS, C. C. P. E E. C. DE. **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. 2. ed. [s.l.] Editora Feevale, 2013.
- GIL, A. C. Métodos e técnicas de pesquisa social. Em: **Métodos e técnicas de pesquisa social**. [s.l.: s.n.]. p. 200–200.
- HAKKE, R. R. Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. **American Journal of Physics**, v. 66, n. 1, p. 64–74, 1 jan. 1998.
- KIELING, H. DOS S.; VETROMILLE-CASTRO, R. Metodologias ativas e recursos digitais para o

- ensino de L2: uma revisão sobre caminhos e possibilidades. **Ilha do Desterro A Journal of English Language, Literatures in English and Cultural Studies**, v. 74, n. 3, 8 set. 2021.
- KNIGHT, J. K.; BRAME, C. J. Peer Instruction. **CBE—Life Sciences Education**, v. 17, n. 2, p. fe5, jun. 2018.
- LASRY, N.; CHARLES, E.; WHITTAKER, C. Effective variations of peer instruction: The effects of peer discussions, committing to an answer, and reaching a consensus. **American Journal of Physics**, v. 84, n. 8, p. 639–645, 1 ago. 2016.
- LEE, C. B.; GARCIA, S.; PORTER, L. Can peer instruction be effective in upper-division computer science courses? **ACM Transactions on Computing Education**, v. 13, n. 3, p. 12:1-12:22, 16 ago. 2013.
- LIBÂNEO, J. C.; PIMENTA, S. G. Formação de profissionais da educação: visão crítica e perspectiva de mudança. **Educação & Sociedade**, v. 20, p. 239–277, dez. 1999.
- LIMA, T. C. DE et al. Estágio curricular supervisionado: análise da experiência discente. **Revista Brasileira de Enfermagem**, v. 67, p. 133–140, fev. 2014.
- MAZUR, E. **Peer instruction: a revolução da aprendizagem ativa**. [s.l.] Penso Editora, 2015.
- MAZUR, E. Peer Instruction. Em: MAZUR, E.; KURZ, G.; HARTEN, U. (Eds.). **Peer Instruction: Interaktive Lehre praktisch umgesetzt**. Berlin, Heidelberg: Springer, 2017. p. 9–19.
- MAZUR, E.; HILBORN, R. C. Peer Instruction: A User's Manual. **Physics Today**, v. 50, n. 4, p. 68–69, 1 abr. 1997.
- MOORE, E. B. et al. PhET Interactive Simulations: Transformative Tools for Teaching Chemistry. **Journal of Chemical Education**, v. 91, n. 8, p. 1191–1197, 12 ago. 2014.
- MOORE, E. B.; PERKINS, K. K. Advances in PhET Interactive Simulations: Interoperable and Accessible. Em: AUER, M. E. et al. (Eds.). **Cyber-Physical Laboratories in Engineering and Science Education**. Cham: Springer International Publishing, 2018. p. 141–162.
- MORAN, J. **Metodologias ativas para uma aprendizagem mais profunda. Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. 3. ed. Porto Alegre: Penso Editora, 2018.
- MÜLLER, M. G. et al. Uma revisão da literatura acerca da implementação da metodologia interativa de ensino Peer Instruction (1991 a 2015). **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 39, p. e3403, 13 mar. 2017.
- NASCIMENTO, C. B. C.; OLIVEIRA, A. L. DE. A Metodologia ativa de instrução pelos colegas associada à videoanálise de experimentos de cinemática como introdução ao ensino de funções. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 42, p. e20190162, 22 jun. 2020.
- NERANTZI, C. The use of peer instruction and flipped learning to support flexible blended learning during and after the COVID-19 Pandemic. **International Journal of Management and Applied Research**, v. 7, n. 2, p. 184–195, 8 jul. 2020.
- OLIVEIRA, J. F. DE; LIBÂNEO, J. C.; TOSCHI, M. S. **Educação escolar: políticas, estrutura e organização**. [s.l.] Cortez Editora, 2017.
- OZCAN, H.; ÇETIN, G.; KOŞTUR, H. İ. The Effect of PhET Simulation-based Instruction on 6th Grade Students' Achievement Regarding the Concept of Greenhouse Gas. **Science Education International**, v. 31, n. 4, p. 348–355, 6 dez. 2020.
- PARREIRA, J. E. Aplicação e avaliação de uma metodologia de aprendizagem ativa (tipo ISLE) em aulas de Mecânica, em cursos de Engenharia. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 40, 20 jul. 2017.
- PAUL, A. Going deeper with PhET interactive simulations. **Proceedings of the IUPAP International Conference on Physics Education 2022**, p. 45–45, 25 nov. 2022.
- PAULA, J. DE; FIGUEIREDO, N.; FERRAZ, D. P. DE A. Peer Instruction e Vygotsky: uma aproximação a partir de uma disciplina de astronomia no ensino superior. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 37, n. 1, p. 127–145, 6 abr. 2020.
- PRIMA, E.; PUTRI, A. R.; RUSTAMAN, N. Learning Solar System Using PhET Simulation to Improve Students' Understanding and Motivation. **Journal of Science Learning**, v. 1, n. 2, p. 60–70, 2018.
- REUL, M. A. et al. Metodologias ativas de ensino aprendizagem na graduação em Odontologia e a contribuição da monitoria - relato de experiência. **Revista da ABENO**, v. 16, n. 2, p. 62–68, 12 jul. 2016.

- RUIZ DE MIRAS, J.; BALSAS-ALMAGRO, J. R.; GARCÍA-FERNÁNDEZ, Á. L. Using flipped classroom and peer instruction methodologies to improve introductory computer programming courses. **Computer Applications in Engineering Education**, v. 30, n. 1, p. 133–145, 2022.
- SALAME, I. I.; MAKKI, J. Examining the Use of PhET Simulations on Students' Attitudes and Learning in General Chemistry II. **Interdisciplinary Journal of Environmental and Science Education**, v. 17, n. 4, p. e2247, 30 maio 2021.
- SAVIANI, D. Formação de professores: aspectos históricos e teóricos do problema no contexto brasileiro. **Revista Brasileira de Educação**, v. 14, p. 143–155, abr. 2009.
- SCHIFTER, V. B., Deborah. Classroom Stories: Examples of Elementary Students Engaged in Early Algebra. Em: **Algebra in the Early Grades**. [s.l.] Routledge, 2008.
- SCHWARTZ, D. W. C., Analúcia D. Schliemann, Judah L. Early Algebra Is Not the Same as Algebra Early. Em: **Algebra in the Early Grades**. [s.l.] Routledge, 2008.
- SÉRGIO, M. C.; MORGADO, J. C. Tempo curricular e prática docente no Ensino Médio da Educação de Jovens e Adultos (EJA). **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 29, p. e23013, 1 maio 2023.
- SOUZA, V. E. DE; COUTINHO, R. F.; SOARES, L. C. As potencialidades do estágio supervisionado. **Revista do Laboratório de Ensino de História e Geografia da UESC**, v. 3, n. 3, p. 67–77, 23 ago. 2023.
- STUMP, S. L. High School Precalculus Students' Understanding of Slope as Measure. **School Science and Mathematics**, v. 101, n. 2, p. 81–89, 2001.
- TAIPALA, D. Teaching computer architecture in an online learning environment using simulation and peer instruction. **Journal of Computing Sciences in Colleges**, v. 30, n. 1, p. 87–98, 1 out. 2014.
- TEE, T. K. et al. Buzan Mind Mapping: An Efficient Technique for Note-Taking. **International Journal of Psychological and Behavioral Sciences**, v. 8, n. 1, p. 28–31, 13 jan. 2014.
- TELES, S. M.; ROSSATO, M. O ESTÁGIO SUPERVISIONADO COMO ESPAÇO DE PRODUÇÃO DE SIGNIFICADOS SOBRE A PROFISSÃO DOCENTE. **Boletim de Conjuntura (BOCA)**, v. 15, n. 44, p. 48–65, 20 ago. 2023.
- VEIGA, G. DE A. et al. METODOLOGIA ATIVA NO ESTÁGIO SUPERVISIONADO DE ENFERMAGEM: INOVAÇÃO NA ATENÇÃO PRIMÁRIA À SAÚDE. **Revista Baiana de Enfermagem**, v. 34, 2 abr. 2020.
- VICKREY, T. et al. Research-Based Implementation of Peer Instruction: A Literature Review. **CBE—Life Sciences Education**, v. 14, n. 1, p. es3, 2 mar. 2015.
- VINNER, S.; DREYFUS, T. Images and Definitions for the Concept of Function. **Journal for Research in Mathematics Education**, v. 20, n. 4, p. 356–366, 1 jul. 1989.
- VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e linguagem**. 3. ed. [s.l.] Martins Fontes, 2005.
- WALLACE, C. S. Developing peer instruction questions for quantitative problems for an upper-division astronomy course. **American Journal of Physics**, v. 88, n. 3, p. 214–221, 1 mar. 2020.
- WIEMAN, C. E. et al. Teaching Physics Using PhET Simulations. **The Physics Teacher**, v. 48, n. 4, p. 225–227, 1 abr. 2010.
- WIEMAN, C. E.; ADAMS, W. K.; PERKINS, K. K. PhET: Simulations That Enhance Learning. **Science**, v. 322, n. 5902, p. 682–683, 31 out. 2008.
- YAKUBOVA, D. Mind Mapping From Cognitive Perspectives. **Miasto Przyszłości**, v. 31, p. 41–47, 6 jan. 2023.
- ZASLAVSKY, O. Conceptual Obstacles in the Learning of Quadratic Functions. **Focus on Learning Problems in Mathematics**, v. 19, n. 1, p. 20–44, 1997.
- ZHANG, P.; DING, L.; MAZUR, E. Peer Instruction in introductory physics: A method to bring about positive changes in students' attitudes and beliefs. **Physical Review Physics Education Research**, v. 13, n. 1, p. 010104, 17 jan. 2017.

APÊNDICE A - PLANO DE AULA

Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA
Núcleo de Educação a Distância – NEaD
Licenciatura em Matemática

Disciplina: Estágio Curricular Supervisionado III

Aluno(a):

DADOS DE CAMPO
INSTITUIÇÃO: Escola Estadual Gilney de Souza
ÁREA DE CONHECIMENTO: Matemática
PROFESSOR: José César Augusto de Queiroz
ANO/SÉRIE: 1º ano

PLANO DE AULA
TEMA: Funções e seus Gráficos

OBJETIVOS
GERAL: Compreender conceitos fundamentais de funções e seus gráficos, utilizando a metodologia <i>Peer Instruction</i> e simulações do <i>PhET</i> .
ESPECÍFICOS • Identificar e descrever diferentes tipos de funções. • Interpretar gráficos de funções lineares e não-lineares. • Analisar a taxa de variação e o comportamento das funções.

CONTEÚDO
1. Introdução às Funções. a. Definição básica de funções. b. Diferenciação entre relações e funções. 2. Tipos de Funções. a. Características de funções lineares e não-lineares. 3. Gráficos de Funções.

- a. Interpretação e construção de gráficos para diferentes tipos de funções.
- 4. Taxa de Variação e Inclinação.
 - a. Conceito e cálculo da taxa de variação em funções lineares.

METODOLOGIA

- Metodologia Geral
 - A metodologia combinará instruções diretas com atividades práticas e discussões colaborativas, visando um ambiente de aprendizado interativo e participativo.
- *Peer Instruction*
 - Implementação: Após uma breve introdução teórica, os testes conceituais serão utilizados para estimular o pensamento crítico e a discussão entre os alunos. Os alunos primeiro tentarão responder individualmente e, em seguida, discutirão suas respostas em pares ou pequenos grupos para chegar a um consenso.
 - Objetivo: Promover o entendimento profundo através da explicação e discussão entre pares, além de identificar e corrigir concepções errôneas.
- Simulações Interativas do *PhET*
 - Utilização: As simulações do *PhET* serão usadas para visualizar e explorar conceitos de funções e gráficos, permitindo que os alunos manipulem variáveis e observem os efeitos em tempo real.
 - Objetivo: Facilitar a compreensão dos conceitos abstratos de funções e gráficos, proporcionando uma experiência de aprendizado mais concreta e interativa.

RECURSOS DIDÁTICOS

- Computadores ou tablets com acesso ao *PhET*.
- Projetor para demonstrações.
- Cópias dos testes conceituais.

AValiação

- Observação da participação dos alunos durante as discussões em pares.
- Avaliação informal baseada na compreensão demonstrada nas discussões em grupo.
- Elaboração de mapas conceituais nos conceitos abordados na aula.

REFERÊNCIAS**Bibliografia Básica**

- BRAGA, E. et al. COLEÇÃO: CAMINHOS DA MATEMÁTICA NA EJA. 20 abr. 2022.

Bibliografia Complementar

- MAZUR, E. Peer instruction: a revolução da aprendizagem ativa. [s.l.] Penso Editora, 2015.
- MAZUR, E. Peer Instruction. Em: MAZUR, E.; KURZ, G.; HARTEN, U. (Eds.). Peer Instruction: Interaktive Lehre praktisch umgesetzt. Berlin, Heidelberg: Springer, 2017. p. 9–19.

APÊNDICE B - SLIDES DA AULA

Figura 15 - Teste conceitual 1 sobre conceitos básicos

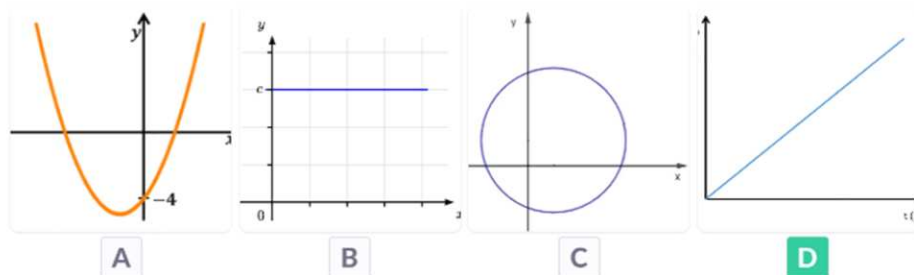
Qual das seguintes opções
melhor descreve uma função?

- ☒ **A** Uma regra que associa cada elemento de um conjunto a exatamente um elemento de outro conjunto.
- ☐ **B** Uma equação que relaciona duas variáveis.
- ☐ **C** Um gráfico que mostra relações lineares.
- ☐ **D** Uma tabela de valores numéricos.

Fonte: Acervo do autor.

Figura 16 - Teste conceitual 2 sobre compreensão gráfica de funções

Qual gráfico representa uma função
linear?



Fonte: Acervo do autor

Figura 17 - Teste conceitual 3 sobre funções e taxa de variação

Qual função tem a maior taxa de variação?

☐ A $y = 2x + 1$

☐ B $y = x + 3$

☐ C $y = 0.5x + 4$

☒ D $y = 3x - 2$

Fonte: Acervo do autor..

Figura 18 - Teste conceitual 4 sobre identificação de funções não-lineares

Qual das seguintes funções não é linear?

☐ A $y = 4x + 2$

☐ B $y = -3x$

☐ C $y = 5x - 7$

☒ D $y = x^2 + 1$

Fonte: Acervo do autor

Figura 19 - Teste conceitual 5 sobre aplicação do conceito de funções complexas

Dada a função $y = x^2 - 4x + 3$,
para qual valor de x o valor de y
é mínimo?

- ☐ A 0
- ☐ B 4
- ☐ C 3
- ☒ D 2

Fonte: Acervo do autor.