



INSTITUTO FEDERAL DE BRASÍLIA
CAMPUS BRASÍLIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E
TECNOLÓGICA

DANILO GONÇALVES DA FONSECA

MENT3C: UMA ESTRATÉGIA DIGITAL PARA DESENVOLVIMENTO DO
PENSAMENTO CRÍTICO E CRIATIVO EM MATEMÁTICA COM O USO DE
ATIVIDADES COMPARTILHADAS DE ELABORAÇÃO E RESOLUÇÃO DE
PROBLEMAS.

Brasília / DF

2025

DANILO GONÇALVES DA FONSECA

**MENT3C: UMA ESTRATÉGIA DIGITAL PARA DESENVOLVIMENTO DO
PENSAMENTO CRÍTICO E CRIATIVO EM MATEMÁTICA COM O USO DE
ATIVIDADES COMPARTILHADAS DE ELABORAÇÃO E RESOLUÇÃO DE
PROBLEMAS.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Educação Profissional e Tecnológica, ofertado pelo campus Brasília do Instituto Federal de Brasília, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Educação Profissional e Tecnológica.

Orientador: Prof. Dr. Mateus Gianni Fonseca

Brasília / DF

2025

F676 Fonseca, Danilo Gonçalves da
MENT3C: uma estratégia digital para desenvolvimento do pensamento crítico e criativo em matemática com o uso de atividades compartilhadas de elaboração e resolução de problemas / Danilo Gonçalves da Fonseca. — Brasília, 2025.
314 f. : il. color.

Orientador: Mateus Gianni Fonseca.

Dissertação (Mestrado) — Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Brasília, Mestrado Profissional em Educação Profissional e Tecnológica, 2025.

1. Pensamento crítico e criativo. 2. Matemática. 3. Tecnologia digital. 4. Educação profissional e tecnológica. I. Fonseca, Mateus Gianni. II. Título.

CDU: 377:004

ATA DE DEFESA PÚBLICA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

CONCESSÃO DO GRAU DE MESTRE EM EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA


No dia 30 de setembro de 2025, às 19:00, no(a) Anfiteatro, Bloco D, IFB - Campus Taguatinga - Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Brasília, localizado na SGAN 610, Brasília, ocorreu a defesa pública de dissertação do(a) mestrando(a) Danilo Gonçalves da Fonseca, intitulada “MENT3C: UMA ESTRATÉGIA DIGITAL PARA DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO CRÍTICO E CRIATIVO EM MATEMÁTICA COM O USO DE ATIVIDADES COMPARTILHADAS DE ELABORAÇÃO E RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS.”. Reuniram-se os membros da banca examinadora composta pelos(as) professores(as): Dr. Mateus Gianni Fonseca (presidente e orientador(a)), Dra. Simone Braz Ferreira Gontijo, Dr. Cleyton Hércules Gontijo e Dra. Rosa Amélia Pereira da Silva (suplente), a fim de arguirem o(a) mestrando(a). Aberta a sessão pelo(a) presidente, coube ao(à) candidato(a), na forma regimental, expor o tema de sua dissertação, dentro do tempo regulamentar, sendo, em seguida, questionado(a) pelos membros da banca examinadora, tendo dado as explicações necessárias. Os membros da banca consideraram a dissertação:

(x) aprovada.


() não aprovada.

Observações/Recomendações:


Banca Examinadora:

Documento assinado digitalmente
 **MATEUS GIANNI FONSECA**
Data: 01/10/2025 17:54:32-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Mateus Gianni Fonseca
(Presidente e orientador(a))


Documento assinado digitalmente
 **CLEYTON HERCULES GONTIJO**
Data: 01/10/2025 18:02:28-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Cleyton Hércules Gontijo

Documento assinado digitalmente
 **SIMONE BRAZ FERREIRA GONTIJO**
Data: 01/10/2025 18:41:06-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dra. Simone Braz Ferreira Gontijo

Prof. Dra. Rosa Amélia Pereira da Silva (suplente)

Documento assinado digitalmente
 **DANILO GONCALVES DA FONSECA**
Data: 02/10/2025 15:59:31-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Candidato:

Aluno(a): Danilo Gonçalves da Fonseca

Brasília, 30 de setembro de 2025.

ATA DE DEFESA PÚBLICA DO PRODUTO EDUCACIONAL


No dia 30 de setembro de 2025, às 19:00, no(a) Anfiteatro, Bloco D, IFB - Campus Taguatinga - Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Brasília, localizado na SGAN 610, Brasília, ocorreu a defesa pública do Produto Educacional do(a) mestrando(a) Danilo Gonçalves da Fonseca, intitulado “MENT3C – Mentos Críticas e Criativas em trabalho Compartilhado”. Reuniram-se os membros da banca examinadora composta pelos(as) professores(as): Dr. Mateus Gianni Fonseca (presidente e orientador(a)), Dra. Simone Braz Ferreira Gontijo, Dr. Cleyton Hércules Gontijo e Dra. Rosa Amélia Pereira da Silva (suplente), a fim de arguirm o(a) mestrando(a). Aberta a sessão pelo(a) presidente, coube ao(à) candidato(a), na forma regimental, expor o tema de sua dissertação, dentro do tempo regulamentar, sendo, em seguida, questionado(a) pelos membros da banca examinadora, tendo dado as explicações necessárias. Os membros da banca consideraram o produto educacional:

(x) validado.


() não validado.

Observações/Recomendações:

Banca Examinadora:

Documento assinado digitalmente
 **MATEUS GIANNI FONSECA**
Data: 01/10/2025 17:53:43-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Mateus Gianni Fonseca
(presidente e orientador(a))

Documento assinado digitalmente
 **CLEYTON HERCULES GONTIJO**
Data: 01/10/2025 17:58:44-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Cleyton Hércules Gontijo

Prof. Dra. Simone Braz Ferreira Gontijo

Prof. Dra. Rosa Amélia Pereira da Silva (suplente)

Candidato:

Aluno(a): Danilo Gonçalves da Fonseca

Brasília, 30 de setembro de 2025.

Dedico este trabalho à minha esposa e aos meus filhos, que são minha inspiração diária e a razão maior da minha caminhada. Dedico também aos estudantes brasileiros, cuja luta pela emancipação e pelo direito a uma educação crítica, criativa e transformadora de qualidade aponte para a construção de uma sociedade mais justa e humana.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho é o resultado de uma caminhada que, embora exija um esforço individual, só se tornou possível porque foi coletiva. Muitas pessoas e instituições me apoiaram ao longo do percurso, e a elas quero expressar minha mais profunda gratidão.

Agradeço à Fundação de Apoio à Pesquisa do Distrito Federal (FAPDF), pelo suporte financeiro da bolsa de pesquisa. Ao IFB e ao programa de Pós-Graduação em Educação Profissional e Tecnológica (ProfEPT), sou grato por ter me proporcionado as bases acadêmicas e intelectuais para desenvolver não só a dissertação, mas também o produto educacional que o acompanha.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Mateus Gianni Fonseca, minha gratidão vai além do formal. Agradeço pela orientação segura, pela paciência e pelos ensinamentos que levarei para muito além da academia. Sua confiança no meu trabalho foi o incentivo que eu precisava para seguir em frente.

Aos membros da banca, Dr. Cleyton Gontijo e Dra. Simone Gontijo, agradeço imensamente pelas leituras atentas e pelas contribuições criteriosas na qualificação, que foram essenciais para fortalecer e aprimorar esta pesquisa. E à professora Dra. Rosa Amélia, que, como membro suplente, ofereceu análises e contribuições valiosas. Agradeço também a todos os professores do mestrado, cujas aulas e discussões ampliaram meus horizontes. Aos meus colegas de turma, obrigado pelas trocas, pelas parcerias e por todo o aprendizado compartilhado, que tornaram a jornada mais leve.

Um agradecimento especial aos meus amigos do setor de Registro Acadêmico. O apoio, a compreensão e o incentivo de vocês nos momentos mais difíceis foram um verdadeiro pilar de sustentação. Sou grato ao Professor Regente da disciplina de matemática do 3º ano, por ter aberto as portas de sua disciplina para que eu pudesse realizar esta pesquisa, e aos estudantes do 3º ano do EMI de 2025, que me receberam tão bem e se engajaram de forma tão genuína nas atividades.

Por último, e de forma mais especial, dedico meu mais profundo agradecimento à minha esposa e aos meus filhos. Sem o amor, a paciência, a compreensão pelas ausências e o apoio incondicional de vocês em cada passo, eu certamente não teria encontrado a força necessária para seguir e concluir esta jornada.

Para o pensar ingênuo, o importante é a acomodação a este hoje normalizado. Para o crítico, a transformação permanente da realidade, para a permanente humanização dos homens. (Freire, 1987, p. 47)

RESUMO

Esta pesquisa foi desenvolvida no âmbito do ProfEPT, na linha de pesquisa Práticas Educativas em Educação Profissional e Tecnológica (EPT) e integrada ao Macroprojeto 1 - Propostas metodológicas e recursos didáticos em espaços formais e não formais de ensino na EPT. Dentro dessa linha a dissertação buscou investigar as potencialidades e limitações de atividades compartilhadas de elaboração e resolução de problemas por meio da criação e uso de uma aplicação Web para o desenvolvimento do pensamento crítico e criativo em matemática de estudantes do Ensino Médio Integrado em Eletromecânica do IFB Campus Taguatinga. A natureza do trabalho é uma pesquisa-participante. A abordagem do método empregado foi quali-quantitativo, fundamentado no Materialismo Histórico-Dialético, utilizando como instrumento o produto educacional MENT3C, uma plataforma digital concebida para a intervenção. Os resultados indicam que a estratégia ampliou a autopercepção crítica criativa em matemática dos estudantes e promoveu um processo observável de diálogo e argumentação. As conclusões apontam que a estratégia contribui para o desenvolvimento do pensamento crítico e criativo em matemática não por eliminar dificuldades, mas por criar um ambiente com potencial para mediação pedagógica que torna as contradições do processo de ensino-aprendizagem, como o erro e as discordâncias, visíveis e pedagogicamente produtivas. Suas principais limitações foram a falha do filtro crítico coletivo, que por vezes aprovou resultados e problemas incorretos, e a interferência de conflitos sociais na colaboração. O valor, a originalidade e a contribuição social da pesquisa residem na concepção de um produto educacional que, ao expor as contradições do processo de aprendizagem e a dissociação entre os componentes criativos e críticos, oferece uma ferramenta de diagnóstico e mediação para o Ensino na Educação Profissional e Tecnológica.

Palavras-Chave: Pensamento Crítico e Criativo em Matemática. Atividades Compartilhadas. Elaboração e Resolução de Problemas. Tecnologia Digital. Educação Profissional e Tecnológica.

ABSTRACT

This research was developed within the scope of ProfEPT, in the research line of Educational Practices in Professional and Technological Education (EPT) and integrated into Macroproject 1. Within this line, the dissertation sought to investigate the potentialities and limitations of shared problem elaboration and solving activities, through the creation and use of a Web application, for the development of critical and creative thinking in mathematics among students of the Integrated High School in Electromechanics at IFB Campus Taguatinga. The nature of the work is participatory research. The method employed was a qualitative-quantitative approach, grounded in Historical-Dialectical Materialism, using the educational product MENT3C, a digital platform conceived for the intervention, as its instrument. The results indicate that the strategy expanded the students' critical-creative self-perception in mathematics and promoted an observable process of dialogue and argumentation. The conclusions suggest that the strategy contributes to the development of critical and creative thinking in mathematics not by eliminating difficulties, but by creating an environment with potential for pedagogical mediation that makes the contradictions of the teaching-learning process, such as errors and disagreements, visible and pedagogically productive. Its main limitations were the failure of the collective critical filter, which at times approved incorrect results and problems, and the interference of social conflicts in the collaboration. The value, originality, and social contribution of the research lie in the conception of an educational product that, by exposing the contradictions of the learning process and the dissociation between the creative and critical components, offers a diagnostic and mediation tool for Professional and Technological Education.

Keywords: Critical and Creative Thinking in Mathematics. Shared Activities. Problem Elaboration and Solving. Digital Technology. Professional and Technological Education.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Análise de Proficiência em Matemática por Dependência Administrativa (PISA 2022).....	39
Figura 2 - 10 características do pensador criativo.....	83
Figura 3 - Esquema de Categorias-Tema e categorias adotados na pesquisa.....	88
Figura 4 - Frequência das Categorias-Tema e Categorias no <i>Corpus</i> da Pesquisa.....	90
Figura 5 - Comparativo de Indicadores de Interação por Grupo na Atividade 1.....	110
Figura 6 - Comparativo de Indicadores de Interação por Grupo na Atividade 2.....	112
Figura 7 - Comparativo de Indicadores de Interação por Grupo na Atividade 3.....	114
Figura 8 - Comparativo de Indicadores de Interação por Grupo na Atividade 4.....	116
Figura 9 - Comparativo de Indicadores de Interação por Grupo na Atividade 5.....	119
Figura 10 - Comparativo de Indicadores de Interação por Grupo na Atividade 6.....	121
Figura 11 - Comparativo de Indicadores de Interação por Grupo na Atividade 7.....	124
Figura 12 - Comparativo de Indicadores de Interação por Grupo na Atividade 8.....	126
Figura 13 - Categorização das Estratégias de Solução do Questionário Iconográfico.....	131
Figura 14 - Categorização das Estratégias de Elaboração de Problemas.....	132
Figura 15 - Problemas de Maior Originalidade no Questionário de Elaboração.....	133
Figura 16 - Categorização das Estratégias de Elaboração de Problemas na Atividade 4 da MENT3C.....	134
Figura 17 - Escore de Criatividade (CR) por Grupo na Atividade 4 da MENT3C.....	135
Figura 18 - Categorização das Estratégias de Solução da Atividade 6 na MENT3C.....	137
Figura 19 - Escore de Criatividade (CR) por Grupo na Atividade 6 da MENT3C.....	138
Figura 20 - Categorização das Estratégias de Solução da Atividade 7 da MENT3C.....	140
Figura 21 - Escore de Criatividade (CR) por Grupo na Atividade 7 da MENT3C.....	140
Figura 22 - Categorização das Estratégias de Solução da Atividade 8 na MENT3C.....	142
Figura 23 - Escore de Criatividade (CR) por Grupo na Atividade 8 na MENT3C.....	143
Figura 24 - Síntese das variações do RM entre estudantes iguais (N = 16).....	147
Figura 25 - Síntese das variações do RM entre Encontros (N=30 vs. N = 19).....	149

Figura 26 - Logomarca do Produto Educacional MENT3C.....	154
Figura 27 - Interface de login e senha.....	158
Figura 28 - Tela de criação de atividade parte 1.....	159
Figura 29 - Tela de criação de atividade parte 2.....	160
Figura 30 - Tela de criação de atividade parte 3.....	160
Figura 31 - Interface da atividade de elaboração, mostrando o chat à esquerda e a área de criação e resultados propostos à direita Fase 1.....	162
Figura 32 - Interface da atividade de elaboração, mostrando o chat à esquerda e a área de criação e resultados propostos à direita Fase 2.....	163
Figura 33 - Interface da atividade de resolução, mostrando um problema elaborado por pares e a área para o grupo construir sua solução.....	164
Figura 34 - Painel de mediação do professor, exibindo os indicadores em tempo real por grupo.....	165
Figura 35 - Exemplo da tela de relatório.....	167
Figura 36 - Linhas de Código (LOC) do Sistema MENT3C.....	169
Figura 37 - Estrutura do Banco de Dados MENT3C.....	170
Figura 38 – Trecho do arquivo /src/utils/controleAtividadeResolver.js.....	171
Figura 39 - Síntese das Respostas Quantitativas do Questionário de Validação do MENT3C (N=20).....	175

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC – Base Nacional Comum Curricular
CDRA – Coordenação De Registro Acadêmico
COCOMO – *Constructive Cost Model* (Modelo Construtivo de Custo)
CPF – Cadastro de Pessoas Físicas
CR – Escore de Criatividade
CTAG – Campus Taguatinga
EMI – Ensino Médio Integrado
EPT – Educação Profissional e Tecnológica
FAPDF – Fundação de Apoio à Pesquisa do Distrito Federal
IFB – Instituto Federal de Brasília
INEP – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
KLOC – *Kilo Lines of Code* (Milhares de Linhas de Código)
LGPD – Lei Geral de Proteção de Dados
LOC – Linhas de Código
MENT3C – Mentores Críticos e Criativos em trabalho Compartilhado
MHD – Materialismo Histórico-Dialético
N – Número total de respondentes
OCDE – Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico
PE – Produto Educacional
PISA – *Programme for International Student Assessment*
ProfEPT – Mestrado Profissional em Educação Profissional e Tecnológica
RM – Ranking Médio
SGA – Sistema de Gestão Acadêmico
TALE – Termo de Assentimento Livre e Esclarecido
TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TDAH – Transtorno do Déficit de Atenção com Hiperatividade
UC – Unidade de Contexto
UNB – Universidade de Brasília
UR – Unidade de Registro

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	20
1 INTRODUÇÃO.....	22
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	30
2.1 Perspectivas históricas e críticas da educação e EPT no Brasil.....	32
2.2 Desafios e desigualdades no ensino de matemática no Brasil.....	37
2.3 Pensamento crítico e criativo em matemática e as atividades compartilhadas de elaboração e resolução de problemas matemáticos.....	44
2.4 Uso de uma aplicação web como uma ferramenta auxiliar do pensamento crítico e criativo em matemática.....	50
3 METODOLOGIA.....	54
3.1 Das etapas e dos instrumentos da pesquisa.....	57
3.1.1 Primeira Etapa: Estruturação da Pesquisa.....	57
3.1.2 Segunda etapa: qualificação e submissão ao comitê de ética.....	58
3.1.3 Terceira etapa: desenvolvimento da aplicação web MENT3C.....	58
3.1.4 Quarta etapa: aplicação piloto.....	59
3.1.5 Quinta etapa: da coleta de dados no registro acadêmico.....	60
3.1.6 Sexta etapa: da assinatura do TCLE e TALE.....	60
3.1.7 Sétima etapa: organização e planejamento.....	61
3.1.8 Oitava etapa: dos encontros da pesquisa.....	61
3.1.8.1 Encontros 1 e 2: observação em sala de aula.....	62
3.1.8.2 Encontro 3 parte 1: Da oficina sobre pensamento crítico e criativo em matemática.....	63
3.1.8.3 Encontro 3 parte 2: Do uso da Aplicação Web MENT3C.....	65
3.1.8.4 Encontro 4 parte 1: Segundo uso da aplicação MENT3C.....	66
3.1.8.5 Encontro 4 parte 2 - Dos questionários e roda de conversa.....	68
3.1.8.6 Encontro 5 - Entrevista com professor da disciplina.....	69
3.2 Método de análise de dados.....	70
3.2.1 O Eixo Qualitativo: A Análise de Conteúdo Temático-Categorial....	70
3.2.1.1 Pré-Análise.....	70
3.2.1.2 Codificação e Categorização.....	71
3.2.1.3 Validade e Confiabilidade.....	73
3.2.1.4 Interpretação e Conclusões.....	73

3.2.2 O Eixo Quantitativo: Análise de Dados Estruturados.....	74
3.2.2.1 Análise dos indicadores da MENT3C.....	75
3.2.2.2 Análise Psicométrica da Criatividade Matemática.....	76
3.2.2.3 Análise das Percepções dos Estudantes.....	78
3.3.3 A Síntese Dialética: A busca pela compreensão da totalidade.....	80
4 ANÁLISE DOS DADOS - RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	81
4.1 Perfil Socioeconômico, Pedagógico e Étnico-Racial dos Estudantes....	81
4.2 Percurso Metodológico e Contexto da Turma.....	85
4.3 Análise de Conteúdo dos Dados.....	88
4.3.1 Pré-análise: A Constituição e Preparação do Corpus.....	88
4.3.2 Codificação e Categorização: A Estrutura da Análise de Conteúdo.....	88
4.3.3 Interpretação e Análise Temática.....	91
4.3.3.1 Categoria 1: Pensamento Crítico e Criativo em Matemática.....	91
4.3.3.2 Categoria 2: Colaboração.....	94
4.3.3.3 Categoria 3: Elementos da Constituição do Ser Social.....	97
4.3.3.4 Categoria-Tema 4: Contradição Dialética.....	101
4.3.3.5 Categoria-Tema 5: Produto Educacional: MENT3C.....	104
4.3.3.6 Conclusões da Análise de Conteúdo Temático-Categorial.....	107
4.4 Análise Integrada dos Indicadores da MENT3C.....	109
4.4.1 Análise da Atividade 1: O Tutorial.....	110
4.4.2 Análise da Atividade 2: A Transição para o Conteúdo Matemático.....	112
4.4.3 Análise da Atividade 3: A Contradição do Erro Conceitual.....	114
4.4.4 Análise da Atividade 4: O Caos Criativo na Elaboração de Problemas.....	116
4.4.5 Análise da Atividade 5: Resolução de Problemas dos Pares.....	118
4.4.6 Análise da Atividade 6: resolvendo problemas abertos 1.....	121
4.4.7 Análise da Atividade 7: resolvendo problemas abertos 2.....	123
4.4.8 Análise da Atividade 8: O Desafio dos Problemas Abertos 3.....	125
4.4.9 Considerações sobre a análise dos indicadores da MENT3C.....	127
4.5. O Desempenho Criativo em Números: Análise Psicométrica.....	129
4.5.1 Análise Psicométrica do Questionário Iconográfico.....	130
4.5.2 Análise Psicométrica do Questionário de Elaboração de Problemas.....	132

4.5.3 Análise Psicométrica da Atividade 4: Elaboração de Problemas na MENT3C.....	134
4.5.4 Análise Psicométrica da Atividade 6: Problema Aberto na MENT3C 1.....	137
4.5.5 Análise Psicométrica da Atividade 7: Problema Aberto na MENT3C 2.....	139
4.5.6 Análise Psicométrica da Atividade 8: Problema Aberto na MENT3C 3.....	142
4.5.7 Contribuições da análise psicométrica para a análise do todo.....	144
4.6 A Evolução das Percepções em Números: Análise por Ranking Médio.....	146
4.6.1 Análise Comparativa entre estudantes iguais (N = 16).....	146
4.6.2 Análise Comparativa entre os Encontros (N=30 vs. N=19).....	149
4.6.3 A Convergência dos Dados e a Resposta à Pergunta de Pesquisa.....	150
4.7 Síntese Dialética: Potencialidades, Limitações e os encaminhamentos à Pergunta de Pesquisa.....	151
5 PRODUTO EDUCACIONAL.....	154
5.1 Apresentação do MENT3C: O Que é, Finalidade e Justificativa.....	155
5.1.1 Finalidade.....	155
5.1.3 Justificativa para a Aplicação na EPT.....	156
5.2 Arquitetura da Plataforma e Dinâmicas Pedagógicas.....	157
5.2.1. Acesso e Perfis de Usuário.....	157
5.2.2 A Sala de Aula Digital.....	159
5.2.3 A Dinâmica da Atividade de Elaboração de Problemas.....	161
5.2.4 A Dinâmica da Atividade de Resolução de Problemas.....	163
5.2.5 Ferramentas de Mediação Ativa e Colaboração.....	164
5.2.6 O Produto como Instrumento de Pesquisa: Relatórios e Indicadores.....	166
5.3 Especificações Técnicas do Produto Educacional.....	167
5.3.1 Arquitetura Tecnológica.....	168
5.3.2 Métricas de Tamanho e Complexidade.....	168
5.3.3 Modelo de Dados.....	170
5.3.4 Exemplo de Código-Fonte.....	171
5.4 Análise da Aplicação do Produto e Considerações.....	174

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	178
REFERÊNCIAS.....	182
APÊNDICE A - PRODUTO EDUCACIONAL - MENT3C: MENTES CRÍTICAS CRIATIVAS EM TRABALHO COMPARTILHADO.....	189
APÊNDICE B – ROTEIRO DIÁRIO DE BORDO.....	240
APÊNDICE C – ROTEIRO DA RODA DE CONVERSA COM OS ESTUDANTES.....	243
APÊNDICE D - ROTEIRO PARA ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA COM O PROFESSOR DE MATEMÁTICA DO 3º ANO DO EMI DO IFB CAMPUS TAGUATINGA.....	247
APÊNDICE E - GUIA DA OFICINA DO PENSAMENTO CRÍTICO E CRIATIVO EM MATEMÁTICA.....	250
APÊNDICE F - QUESTIONÁRIO LIKERT DE AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO CRÍTICO E CRIATIVO EM MATEMÁTICA.....	254
APÊNDICE G - QUESTIONÁRIO PARA AVALIAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL.....	258
APÊNDICE H - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TCLE.....	261
APÊNDICE I - TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE)..	264
APÊNDICE J - ATIVIDADES DA MENT3C - ENCONTRO 3.....	268
APÊNDICE K - ATIVIDADES DA MENT3C - ENCONTRO 4.....	271
APÊNDICE L – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE) – PROFESSOR COLABORADOR.....	273
APÊNDICE M – TERMO DE COMPROMISSO E CONFIDENCIALIDADE – MONITOR/AUXILIAR DE PESQUISA.....	275
APÊNDICE N – TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA ACESSO A DADOS ACADÊMICOS PARA FINS DE PESQUISA.....	277
APÊNDICE O – RESULTADOS DAS ATIVIDADES DA OFICINA.....	279
APÊNDICE P – RESULTADOS DAS ATIVIDADES DA MENT3C.....	287
ANEXO A - QUESTIONÁRIO MINHAS HABILIDADES CRIATIVAS EM MATEMÁTICA.....	300
ANEXO B - QUESTIONÁRIO RECEITA.....	302
ANEXO C - QUESTIONÁRIO INFOGRÁFICO.....	303
ANEXO D - QUESTIONÁRIO EXERCITE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS ABERTO.....	304
ANEXO E - QUESTIONÁRIO EXERCITE ELABORAÇÃO DE PROBLEMAS.....	305

ANEXO F - PARECER CONSUBSTANCIADO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA..... 306

ANEXO G - FICHA DE VALIDAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICA TECNOLÓGICA (PTT) - PROFEPT..... 311

APRESENTAÇÃO

Este trabalho é, em muitos sentidos, o ponto de chegada de um percurso que começou muito antes do mestrado. Minha trajetória na tecnologia iniciou-se no ensino médio, quando, influenciado pela visão da minha mãe sobre o futuro e pelo meu próprio encanto com videogames e computadores, decidi que a computação seria meu caminho. A porta de entrada foi o programa PROTEC, uma bolsa de estudos que me permitiu cursar Análise e Desenvolvimento de Sistemas no SENAC. Ali, o desejo abstrato de estudar informática ganhou materialidade, especialmente no contato com a lógica de programação, e minha identidade social e profissional começou a se formar, meu primeiro contato com a EPT.

A jornada profissional que se seguiu, desde o estágio no programa PROTEC até meu ingresso como servidor no Instituto Federal de Brasília (IFB) em 2010, foi um período de aprendizados intensos. No IFB, um sonho que eu nem sabia que tinha, encontrei a estabilidade para observar a vida de outra perspectiva. Foi também nesse período que a vida pessoal trouxe novas e profundas responsabilidades como filho, pai, esposo estudante e trabalhador.

Foi a partir dessas experiências, o trabalho no serviço público educacional e as transformações na vida familiar, que a decisão de voltar à sala de aula amadureceu. O ingresso no Mestrado Profissional em Educação Profissional e Tecnológica (ProfEPT), incentivado por minha esposa, foi mais do que uma busca por qualificação; foi um reencontro com o espaço que sempre me fascinou e uma oportunidade de nos conectarmos em um novo projeto de vida. E foi aqui que uma pergunta de um dos artigos do processo seletivo mudou tudo: "o que é materialismo histórico-dialético?". A busca por essa resposta não só redefiniu minhas convicções políticas, mas me ofereceu a lente teórica para compreender as contradições do mundo e da educação.

Esta pesquisa nasce, portanto, da confluência de todas essas histórias. Ela se insere na Linha de Pesquisa 1 do programa, Práticas Educativas em EPT, e busca responder a uma inquietação central: como o trabalho com atividades compartilhadas, de elaboração e resolução de problemas, com auxílio de uma aplicação Web, podem contribuir para o desenvolvimento do pensamento crítico e criativo em matemática dos estudantes do ensino médio integrado? A escolha pelo tema une minha paixão pela tecnologia, minha vivência como servidor da EPT e

minha convicção em uma educação que, para além de preparar para o trabalho, deve emancipar.

Para investigar essa questão, desenvolvi com muito carinho e dedicação o produto educacional que acompanha esta dissertação: a aplicação web MENT3C (Mentes Críticas e Criativas em Trabalho Compartilhado). Ela não é apenas uma ferramenta, mas a materialização da própria pesquisa, um ambiente projetado para colocar os estudantes como sujeitos ativos na elaboração e resolução de problemas, fomentando a colaboração e a metacognição.

Ao longo dos próximos capítulos, o leitor encontrará o percurso completo desta investigação. Partimos do referencial teórico que ancora a pesquisa no materialismo histórico-dialético e nos estudos sobre pensamento crítico e criativo em matemática, tecnologia e colaboração. Em seguida, detalhamos a metodologia quali-quantitativa, que articulou diferentes fontes de dados para garantir a robustez da análise. No capítulo de análise, foi onde mergulhamos nos dados para desvelar as potencialidades e limitações da estratégia. Por fim, apresentamos o produto educacional em detalhes e escrevemos as conclusões, na busca de oferecer uma contribuição significativa para a área. Espero que este texto não seja apenas um relato acadêmico, mas um convite à reflexão sobre os caminhos que podemos construir para uma educação mais crítica, criativa e humana.

1 INTRODUÇÃO

O ensino de matemática no Brasil é alvo de debates e reflexões constantes, devido aos desafios enfrentados na promoção de um ensino de qualidade e na formação de indivíduos capazes de lidar de forma efetiva com os desafios matemáticos da vida cotidiana.

Diversos estudos têm apontado lacunas no sistema educacional, como: a predominância de abordagens tradicionais, e foco excessivo em memorização, conforme os desenvolvidos, por exemplo, por Carvalho (2019a, p. 75) quando diz que o

acesso limitado ao discurso: decorrente das formas tradicionais de ensino (escolástica), o acesso ao discurso no ambiente escolar é estruturado de forma que o professor detém o poder de determinar quem, quando e como falar durante as aulas.

E por Alencar e Fleith (2003, p. 133) quando apontam a “ênfase exagerada na reprodução do conhecimento e na memorização de ensinamentos, exigindo-se do aluno conhecimentos há muito ultrapassados”.

As consequências desse modelo aparecem, de forma recorrente, nos resultados do Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica (SAEB) e do *Programme for International Student Assessment* (PISA), que sinalizam baixo desempenho e crescente desinteresse dos jovens pela disciplina. Esse insucesso acaba por alimentar a aversão ao conteúdo, instaurando um ciclo de dificuldades que se agrava ao longo da trajetória escolar, conforme apontado por Pacheco e Andreis (2018, p. 105),

há muito tempo, se constata certo descontentamento em torno da aprendizagem em Matemática, por parte dos alunos, e do ensino, por parte dos professores, situação identificada pelos órgãos competentes, responsáveis por avaliações nacionais e internacionais como, por exemplo, o Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica (SAEB) e o Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA). As dificuldades de aprendizagem na Matemática podem acarretar baixos rendimentos e geram preocupações entre os envolvidos. O insucesso de muitos estudantes é um fator que os leva, cada vez mais, a terem certa aversão a essa disciplina, desenvolvendo dificuldades ainda maiores com o passar dos anos escolares.

Pensando nesse problema e nos desafios decorrentes dele, buscou-se um recorte que seja capaz de ser pesquisado dentro do período proposto para uma pesquisa de mestrado. Uma das alternativas pedagógicas possíveis que pode

contribuir de alguma forma com o avanço na busca por respostas deste problema é o desenvolvimento do pensamento crítico e criativo em matemática.

Estudos de Fonseca e Gontijo (2020b); Gontijo e colaboradores (2020); Fonseca e Gontijo (2020a); Fonseca e Gontijo, (2021b), vêm a demonstrar as potencialidades de se desenvolver o pensamento crítico e criativo dos alunos como uma ferramenta que não só auxilia na melhoria desse cenário do aprendizado em matemática como coloca o estudante como sujeito ativo desse processo.

Essa é uma resposta que pode colaborar com mudanças da adoção do ensino tradicional - excessivamente centrado no professor, na medida que enfatiza a memorização de fatos no lugar do desenvolvimento do pensamento crítico e criativo, o qual vem sendo reproduzido em sua forma de modo inalterado ao longo da história do país, principalmente em escolas públicas periféricas.

Essa preocupação não é apenas local. A partir do cenário mundial, percebemos a relevância dada ao tema, como na iniciativa canadense *Critical Thinking Consortium*, conforme exemplo mencionado por Fonseca e Gontijo (2020a, p. 960-961), que busca promover a incorporação do pensamento crítico, criativo e colaborativo como um objetivo fundamental da educação. Fica claro, portanto, que o pensamento crítico e criativo não é o único foco; o desenvolvimento da colaboração surge como um atributo que potencializa o ensino, especialmente por se contrapor à estrutura hegemônica da sociedade capitalista, que enfatiza a competição individual.

Diante disso, o questionamento do pesquisador Nerio (2019, p. 11) ecoa em nosso trabalho: “[...] é possível subverter a cultura da competição, através da proposição de ferramentas que auxiliem na promoção da ajuda mútua entre os seres humanos?”.

Diante desse cenário, percebe-se que a composição do problema de pesquisa perpassa não só pelas potencialidades do desenvolvimento do pensamento crítico e criativo em matemática, mas por seu desenvolvimento associado à colaboração.

Partindo dessa inquietação, o problema desta pesquisa se constitui na intersecção entre esses eixos: o desenvolvimento do pensamento crítico e criativo

em matemática e sua articulação com a colaboração. A pergunta que se segue é: que tipo de atividade matemática, então, se beneficia da colaboração e, ao mesmo tempo, estimula a criticidade e a criatividade? A resposta parece estar em práticas que, embora importantes, não são tão difundidas na sala de aula, como o trabalho com a elaboração e a resolução de problemas matemáticos abertos. Conforme apontam Gontijo e colaboradores (2020, p. 76-77),

diversos pesquisadores têm demonstrado interesse em avaliar a criatividade em matemática. Para tanto, tais estudiosos vêm recorrendo a testes de criatividade, os quais costumam utilizar a resolução, a elaboração e a redefinição de problemas como instrumentos para a mensuração da criatividade nessa área do conhecimento.

Essa é uma competência fundamental que é pouco utilizada e acredita-se que é possível desenvolver o pensamento crítico e criativo por meio da aplicação dessas estratégias.

Para viabilizar a aplicação dessa estratégia de forma integrada, pensou-se na utilização de ferramentas tecnológicas. Reconhecia-se o aspecto dual da tecnologia digital que, embora já permeie o cotidiano dos estudantes, é frequentemente vista na escola apenas como uma distração — uma tensão visível em medidas como a recente proibição de celulares no IFB Campus Taguatinga em consonância com a Lei Federal nº 15.100/2025 que restringe o uso desses aparelhos nas escolas. Diante dessa realidade, esta pesquisa buscou trazer à tona o seu potencial como uma poderosa ferramenta pedagógica, por meio de um planejamento bem estruturado.

Assim, a proposta central desta pesquisa se materializou na articulação desses três pilares: o trabalho com atividades de elaboração e resolução de problemas, realizado de forma compartilhada e mediado por uma aplicação web.

Acreditamos que essa abordagem contribuiu em alguma medida para o desenvolvimento do pensamento crítico e criativo em matemática com suas potencialidades e limitações que serão discutidos ao longo desta dissertação.

Nesse sentido, o problema de pesquisa que foi investigado ao longo desse trabalho foi, como o trabalho com atividades compartilhadas, de elaboração e resolução de problemas, com auxílio de uma aplicação Web, podem contribuir para o desenvolvimento do pensamento crítico e criativo em matemática dos estudantes do ensino médio integrado ?

Diante dessa problemática, realizamos uma leitura da realidade educacional brasileira, visando compreender os principais desafios e lacunas no ensino e aprendizagem de matemática, onde investigamos formas de promover melhorias nessa área para o desenvolvimento dos estudantes.

Ao explorar esses aspectos, encontrou-se estratégias e propostas pedagógicas inovadoras, que foram capazes de contribuir com a construção da resposta desse problema levantado. Todos dentro de uma perspectiva que promova a equidade no acesso ao conhecimento matemático, de acordo com o que ensina Jinkings (2008, p. 9), “educar é [...] resgatar o sentido estruturante da educação e de sua relação com o trabalho, as suas possibilidades criativas e emancipatórias”.

Essa valorização do pensamento crítico e criativo não é uma particularidade de iniciativas isoladas. Pelo contrário, ela reflete um consenso internacional cada vez mais consolidado sobre a necessidade de preparar os jovens para os desafios contemporâneos. Documentos de organismos como a Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE, 2020) têm ressaltado que a capacidade de resolver problemas, tomar decisões e pensar de forma crítica e criativa constituem competências-chave para a vida e para o trabalho no século XXI.

Essa ênfase global ressalta a urgência de que as instituições educacionais desenvolvam ações pedagógicas que promovam essas competências, especialmente em matemática, onde o pensamento crítico e criativo pode ser decisivo na abordagem e solução de problemas complexos.

Corroborando essa orientação internacional, uma ampla gama de estudos têm sido conduzidos em diferentes países, muitos deles sob a coordenação da OCDE. Destaca-se, por exemplo, o projeto “*Fostering Students’ Creativity and Critical Thinking – What it Means in School*” (OCDE, 2020), desenvolvido entre 2015 e 2017. O estudo envolveu cerca de 800 professores e mais de 20.000 alunos do Ensino Fundamental e Médio em 11 nações, incluindo o Brasil, e buscou desenvolver e avaliar práticas que integrem criatividade e pensamento crítico nas rotinas escolares, oferecendo recursos e orientações para que docentes implementem mudanças em sala de aula. Resultados promissores apontam a relevância de adotar tais medidas também no campo da educação matemática.

No cenário nacional, apesar de os estudos sobre pensamento crítico e criativo em matemática serem muito recentes, parecem estar ganhando notoriedade, interesse e relevância nos sistemas de ensino. Essa valorização é expressa de

forma explícita na Base Nacional Comum Curricular - BNCC (Brasil, 2018), que apresenta o pensamento crítico e a criatividade como competências essenciais a serem desenvolvidas pelos estudantes ao longo da educação básica. Conforme a segunda competência geral da BNCC:

exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas (Brasil, 2018a p. 9).

Embora a promoção dessas competências por organismos internacionais e documentos curriculares possa estar ligada a demandas do sistema produtivo, buscamos nesta pesquisa explorá-las em seu potencial crítico e emancipatório.

Além da indicação da BNCC, várias pesquisas estão sendo desenvolvidas no campo do conhecimento em pensamento crítico e criativo em matemática, incluindo o trabalho realizado pelo Grupo de Pesquisa e Investigação em Educação Matemática (PI)¹. Esse grupo conta com a liderança dos Professores Fonseca e Gontijo que definiram o conceito de pensamento crítico e criativo em matemática como:

a ação coordenada de geração de múltiplas e diferentes ideias para solucionar problemas (fluência e flexibilidade de pensamento) com o processo de tomadas de decisão no curso da elaboração dessas ideias, envolvendo análises dos dados e avaliação de evidências de que os caminhos propostos são plausíveis e apropriados para se chegar à solução, argumentando em favor da melhor ideia para alcançar o objetivo do problema (originalidade ou adequação ao contexto). Em outras palavras, o uso do pensamento crítico e criativo se materializa por meio da adoção de múltiplas estratégias para se encontrar resposta(s) para um mesmo problema associada à capacidade de refletir sobre as estratégias criadas, analisando-as, questionando-as e interpretando-as a fim de apresentar a melhor solução possível (Fonseca; Gontijo. 2020, p. 971-972).

Diante desse cenário, a pesquisa acadêmica sobre o tema tem se voltado cada vez mais para a implementação prática dessas competências em sala de aula. No entanto, como aponta Gontijo (2007), muitas iniciativas ainda exploram pouco certas estratégias, como o trabalho com a elaboração e a resolução de problemas abertos. Foi justamente nessa lacuna que esta pesquisa buscou se inserir, utilizando essas estratégias como um caminho para estimular o pensamento crítico e criativo

¹ Grupo de pesquisadores que se organizam na Universidade de Brasília - UNB para realizar pesquisas e investigações em educação em matemática, em especial ao pensamento crítico e criativo em matemática. Disponível em: <https://sites.google.com/view/grupopibsb/p%C3%A1gina-inicial>. Acesso em 08 jun. 2024.

com os estudantes do terceiro ano do ensino médio integrado em eletromecânica do IFB Campus Taguatinga.

A partir desse panorama e dos pressupostos adotados nesta investigação, definiu-se como objetivo geral desta pesquisa investigar as potencialidades e limitações de atividades compartilhadas de elaboração e resolução de problemas por meio da criação e uso de uma aplicação Web para o desenvolvimento do pensamento crítico e criativo em matemática de estudantes do Ensino Médio Integrado em Eletromecânica do IFB Campus Taguatinga.

Para alcançar esse objetivo foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- Criar uma aplicação web que se configure ambiente digital para atividades compartilhadas de elaboração e resolução de problemas matemáticos e que seja capaz de registrar *feedbacks* por pares e pelo pesquisador;
- Coletar discursos, resultados e *feedbacks* produzidos pelos estudantes e pelo pesquisador durante as atividades compartilhadas de elaboração e resolução de problemas realizados durante a execução da aplicação web;
- Levantar as impressões dos estudantes acerca do pensamento crítico e criativo em matemática assim como sobre as atividades compartilhadas de elaboração e resolução de problemas matemáticos e uso de tecnologia como recurso educacional;
- Analisar as potencialidades e limitações do uso da aplicação Web na promoção do pensamento crítico e criativo em matemática nos estudantes.

Concluída a definição dos objetivos, cabe situar esta proposta no debate sobre formas de organização do trabalho escolar, uma vez que se trata de uma pesquisa com aplicação na Educação Profissional e Tecnológica (EPT).

A abordagem adotada procura valorizar o trabalho coletivo em contraponto ao fenômeno individualista e meritocrático que é imposto como uma necessidade pelo modo de produção capitalista burguês, que de forma inegável enfatiza a competição e o sucesso individual, muitas vezes negligenciando o potencial e os benefícios da colaboração e de um pensamento verdadeiramente crítico.

Nesse contexto, é fundamental considerar o conceito de "criatividade compartilhada" proposto por Carvalho (2019b), e reconhece que a inovação e o

progresso não são alcançados, exclusivamente, por meio de esforços individuais isolados, mas sim por meio da troca de ideias, experiências e conhecimentos entre diferentes indivíduos.

À luz dessa perspectiva, e reconhecendo a presença cada vez maior da tecnologia na vida dos estudantes, desenvolveu-se uma aplicação web denominada MENT3C² (Mentes Críticas, Criativas em trabalho Compartilhado) como ambiente digital para realização da pesquisa. Afinal, vivemos em um mundo cada vez mais tecnológico, no qual as formas de comunicação, trabalho e aprendizagem têm passado por transformações significativas.

Nesse contexto, é crucial que as escolas se adaptem a essas mudanças e busquem integrar as tecnologias em suas práticas pedagógicas, a fim de promover um ensino alinhado com as necessidades dos estudantes, pois acredita-se que “a tecnologia [...] pode mediar o processo de ensino e aprendizagem com estudantes e professor de forma colaborativa” (Pereira, 2019, p. 12).

A MENT3C emerge como uma solução tecnológica. Esta aplicação web foi concebida para integrar dinâmicas colaborativas no ambiente educacional, focando no desenvolvimento do pensamento crítico e criativo em matemática. A MENT3C possibilita a criação, gerenciamento e execução de sequências de atividades, que permitem que os estudantes participem em equipe, e realize atividades de elaboração e resolução de problemas fechados e abertos, sob a supervisão e mediação ativa de um professor ou pesquisador condutor que fornece por meio da aplicação um feedback tanto em tempo real como *a posteriori* essencial para os estudantes. Nessa aplicação o *feedback* também é fornecido por pares, ou seja, pelos estudantes para os estudantes.

A implementação da MENT3C se propõe a contribuir como mais um recurso a compor no processo de educação matemática, alavancando tecnologia para superar barreiras tradicionais e cultivar habilidades essenciais para o século XXI.

Dessa forma, após levantar os principais pontos que foram abordados nessa pesquisa: pensamento crítico e criativo em matemática, atividades compartilhadas de elaboração e resolução de problemas matemáticos e o desenvolvimento e utilização de uma aplicação Web, denominada MENT3C, como ambiente digital, é importante notar que todas essas abordagens estão sendo promovidas em alguma medida pelo Brasil e pelo mundo.

² Pode ser acessada pelo sítio eletrônico www.ment3c.com.br.

No entanto, devemos reconhecer que elas estão sendo impulsionadas por uma necessidade que a sociedade capitalista tem hoje de possuir trabalhadores que consigam articular essas habilidades, pois os requisitos para o trabalho, no século XXI estão cada vez mais complexas. Portanto exigem, cada vez mais, seres mais complexos, com o intuito de continuarem reproduzindo as relações sociais e de trabalho que lhes garantam a acumulação de capital. conforme explicita Antunes (1999):

Estabelece-se, então, um complexo processo interativo entre trabalho e ciência produtiva [...] Esse processo de retroalimentação impõe ao capital a necessidade de encontrar uma força de trabalho ainda mais complexa, multifuncional, que deve ser explorada de maneira mais intensa e sofisticada, ao menos nos ramos produtivos dotados de maior incremento tecnológico (p. 123-124).

Porém, ao mesmo tempo, propomos utilizar essa mesma demanda como um vetor para uma educação que transcenda os limites da empregabilidade. Ao fomentar habilidades críticas e criativas, a educação pode não apenas preparar os estudantes para o mundo do trabalho, como também equipá-los com a capacidade de questionar e transformar as relações sociais e de trabalho que perpetuam a lógica capitalista.

Esta é a contradição que exploramos: enquanto atendemos às necessidades do capital por trabalhadores qualificados, buscamos simultaneamente emancipar nossos estudantes, como um horizonte, permitindo-lhes uma compreensão crítica das estruturas que moldam suas vidas. Ramos (2014) reitera essa visão, destacando a importância de uma educação que, além de cumprir os requisitos para a empregabilidade, também promova a emancipação dos estudantes (p. 77).

Por fim, este capítulo introduziu o problema de pesquisa, a justificativa e os objetivos. O Capítulo 2 discute o referencial teórico; o Capítulo 3 descreve a metodologia; o Capítulo 4 apresenta e analisa os dados; o Capítulo 5 detém-se no produto educacional MENT3C; e o Capítulo 6 traz as conclusões e recomendações.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Para compreender como as atividades compartilhadas de elaboração e resolução de problemas, mediadas por uma aplicação web, podem fomentar o pensamento crítico e criativo em matemática, seria insuficiente apenas descrever esses fenômenos de forma isolada. Para construirmos um referencial teórico minimamente competente é preciso articular pelo menos três frentes: os condicionantes históricos que moldam a educação no Brasil, a natureza do próprio pensamento crítico-criativo em matemática com atividades compartilhadas e as possibilidades didáticas e tecnológicas que viabilizam essa articulação.

Dessa forma, esta seção busca delinear esses eixos. Para dar conta dessa complexidade e interpretar essas dimensões de maneira integrada, recorreremos ao Materialismo Histórico-Dialético (MHD) como nossa orientação teórico-metodológica.

O que nos atraiu no MHD foi a sua potência como “um método de interpretação da realidade considerado como a teoria do conhecimento do marxismo originário” (Leite, 2017, p. 847), que nos força a ir além da aparência dos fenômenos para buscar suas conexões e contradições na realidade material. É preciso entender o processo, o movimento. Essa ideia de focar no movimento ecoa o que o próprio Marx (1982) descreveu no posfácio da segunda edição de "O Capital":

Demonstrar, mediante escrupulosa investigação científica, a necessidade de determinadas ordens das relações sociais e, na medida do possível, constatar de modo irrepreensível os fatos que lhe servem de pontos de partida e de apoio.[...] Para ele, importa sobretudo a lei de sua modificação, de seu desenvolvimento, isto é, a transição de uma forma a outra, de uma ordem de inter-relação a outra. Tão logo tenha descoberto essa lei, ele investiga em detalhes os efeitos por meio dos quais ela se manifesta na vida social (Marx, 1982, p. 126-127).

Aplicando essa ideia ao nosso objeto, é preciso entender o movimento que leva um grupo do conflito ao consenso, da geração de ideias incorretas a uma solução criativa, ou, em alguns casos, à paralisia. Isso significa, como aponta Netto (2011, p. 56-57), que precisávamos nos apropriar do objeto em seu contexto histórico e social, relacionando-o com as categorias “todo e parte” e “contradições” que permeiam as especificidades do objeto e do mundo material em que está inserido.

Nessa perspectiva dialética, a categoria “todo e parte” exige compreender que o fenômeno específico investigado (a parte – como a dinâmica de uma sala de aula

ou o uso de uma ferramenta) só adquire pleno significado quando analisado em suas múltiplas determinações dentro da totalidade social, histórica e econômica que o constitui e o condiciona (o todo). Como Netto esclarece, referindo-se à sociedade burguesa como uma "totalidade concreta inclusiva e macroscópica, de máxima complexidade, constituída por totalidades de menor complexidade" (*ibidem*), a realidade social deve ser apreendida como "um complexo constituído por complexos" (*ibidem*).

Já a categoria "contradição" não se refere a uma mera inconsistência lógica, mas às tensões e conflitos reais e inerentes entre forças ou tendências opostas dentro de um mesmo fenômeno ou sistema (como entre ensino e aprendizagem, colaboração e conflito, tecnologia como ferramenta de emancipação e de controle).

Essas contradições são o motor fundamental que impulsiona seu movimento, desenvolvimento e transformação, pois, como argumenta Netto (*ibidem*), "sem as contradições, as totalidades seriam totalidades inertes, mortas – e o que a análise registra é precisamente a sua contínua transformação".

Na prática, o MHD nos orientou a fazer perguntas que outras abordagens talvez não fizessem: Como a história de desigualdade no ensino de matemática no Brasil (parte da totalidade histórica) se manifesta nas dificuldades de um grupo específico hoje (a parte observada)? Como a estrutura da ferramenta MENT3C (uma parte tecnológica fruto desse trabalho) interage com as dinâmicas sociais preexistentes na turma (outra parte) para produzir um resultado final (a síntese do movimento)?

Assim, ao longo deste capítulo, o MHD não será usado como uma teoria a ser simplesmente aplicada, mas como uma lente que nos ajudou a articular os diferentes conceitos desta pesquisa. Ele nos permitiu enxergar a sala de aula não como um laboratório isolado, mas como um espaço vivo, cheio de contradições, onde a colaboração, o pensamento criativo e o uso da tecnologia se entrelaçam de forma complexa, revelando tanto as potencialidades quanto às limitações da nossa intervenção.

Nesse percurso analítico guiado pelo MHD, o conceito de práxis assume centralidade. É fundamental, contudo, precisar a abordagem adotada neste trabalho. Originário do pensamento marxiano, o conceito de práxis em Marx (1982) refere-se fundamentalmente à atividade humana material, social e histórica – notadamente o

trabalho – como ação transformadora da natureza e das próprias relações sociais, visando à superação da alienação.

Paulo Freire (1987), fortemente influenciado por Marx, transpõe e ressignifica a práxis para o campo pedagógico, definindo-a como a unidade dialética indissociável entre a reflexão crítica sobre o mundo e a ação transformadora sobre ele.

Para Freire, a práxis educativa é o caminho para a conscientização e a superação de realidades opressoras, constituindo-se em um ato político. Assim, embora esta pesquisa se ancore no referencial mais amplo do MHD, ao analisar as dinâmicas pedagógicas, as interações em sala de aula e o processo de ensino-aprendizagem, adotaremos predominantemente a concepção freireana de práxis, focando na relação entre a reflexão crítica e a ação dos sujeitos no contexto educativo específico aqui investigado.

2.1 Perspectivas históricas e críticas da educação e EPT no Brasil

Para analisar a realidade educacional brasileira, especialmente no que diz respeito ao ensino de matemática, sentimos a necessidade de adotar uma perspectiva teórica que nos permitisse ir além da superfície. Por isso, esta pesquisa se apoia em uma abordagem crítica, materialista, histórica e dialética, inspirada no pensamento de Karl Marx, buscando compreender as estruturas e dinâmicas que permeiam o nosso sistema educacional.

Partimos da premissa de Marx (1982) de que a educação é um reflexo das relações sociais e econômicas de uma sociedade. No contexto capitalista brasileiro, isso se traduz em uma profunda desigualdade social, na qual os interesses das classes dominantes acabam por se sobrepor aos da classe trabalhadora³. Essa realidade se materializa no sistema educacional, onde observamos a perpetuação de desigualdades de acesso, qualidade e oportunidades, inclusive no ensino de matemática.

³ A classe trabalhadora ou também conhecida como classe proletária. Marx e Engels (1848/2009, p. 53-54) descrevem como essa classe está posicionada na sociedade no livro o manifesto do partido comunista como: “A história de todas as sociedades até os nossos dias é a história de lutas de classes.[...] Entretanto, nossa época, a época da burguesia, se distingue por ter simplificado os antagonismos de classes. A sociedade se divide cada vez mais em dois grandes campos inimigos, em duas grandes classes que são diametralmente opostas: a burguesia e o proletariado.”

De acordo com a visão histórica de Saviani (2007), a educação está intrinsecamente ligada ao processo formativo do ser humano na constituição do trabalho. Ele argumenta que "o homem não nasce homem. Ele forma-se homem"⁴ (ibidem, p. 154), destacando que o indivíduo não nasce sabendo, mas constrói esse conhecimento por meio da interação com outros seres humanos.

Ao longo de seu pensamento, Saviani (2007) explora as origens da educação, identificando-a, em suas formas primordiais, como um processo coletivo e essencial, no qual "os homens apropriavam-se coletivamente dos meios de produção da existência e nesse processo educavam-se e educavam as novas gerações" (ibidem, p. 154), dentro do que se costuma chamar de "comunismo primitivo".

No entanto, em determinado ponto histórico da antiguidade, tanto na Grécia quanto em Roma, o modelo educacional começou a se diferenciar. Surgiu uma separação clara: de um lado, uma educação direcionada aos proprietários de terras, focada em atividades intelectuais, artísticas e militares; de outro, uma educação destinada aos não-proprietários, que visava apenas à reprodução e ao aprimoramento do trabalho dos escravos e serviçais (Ibidem).

A partir disso, reconhecemos que as desigualdades educacionais que vemos hoje no Brasil são, em grande medida, reflexos desse processo histórico de dualidade na formação. Esse impacto é direto e visível no acesso desigual a um ensino de matemática de qualidade, com grande parte das escolas públicas enfrentando limitações orçamentárias e precariedade estrutural. Como adverte Saviani (2013), a educação, inserida na sociedade de classes, tende a reproduzir as desigualdades que a constituem, a menos que se assuma intencionalmente uma perspectiva crítica e transformadora.

Nesse sentido, a análise de Lamont e Lareau (1988 apud Paula, 2020, p. 24) é elucidativa:

O argumento consiste em que escolas não são instituições socialmente neutras: refletem as experiências da "classe dominante". Crianças dessa classe entram nas escolas com as disposições sociais e culturais adequadas ao ambiente, enquanto as crianças das classes trabalhadoras e mais baixas precisam adquirir os conhecimentos e habilidades necessárias para negociar sua experiência educacional somente depois que entram nas escolas. Embora elas possam adquirir as competências sociais, linguísticas e culturais que caracterizam as classes médias e médio-altas, elas nunca podem adquirir a familiaridade natural daqueles nascidos nessas classes, e são academicamente punidos em função disso. Diferenças no desempenho acadêmico são normalmente explicadas como diferenças em habilidades,

⁴ A palavra homem está empregada no sentido de humanidade e não de gênero.

não como recursos culturais transmitidos pelas famílias. Dessa forma, processa-se uma legitimação da transmissão social dos privilégios, por meio da negação das desvantagens acadêmicas das crianças das classes baixas.

Essa dinâmica é aprofundada por Pierre Bourdieu e Jean-Claude Passeron (1975), que demonstram como a escola, sob a aparência de neutralidade, opera como um mecanismo de *reprodução* das estruturas sociais. O sucesso escolar está intrinsecamente ligado à posse de *capital cultural* (linguagem, conhecimentos, posturas valorizadas pela escola) herdado da família e ao desenvolvimento de um *habitus* (sistema de disposições incorporadas) congruente com as expectativas escolares.

Assim, a familiaridade "natural" mencionada por Lamont e Lareau é, na verdade, o resultado da posse desse capital e desse *habitus*, que a escola converte em mérito individual, mascarando a arbitrariedade cultural que a fundamenta. Bourdieu (1998, p. 41) afirma que "o sistema escolar contribui [...] para reproduzir a estrutura da distribuição do capital cultural entre as classes [...] através de seus veredictos formalmente iguais, desigualdades reais em relação à cultura".

A partir dessas relações, percebemos o quanto o debate sobre o fomento ao pensamento crítico e criativo em matemática é complexo. Escolas em contextos de vulnerabilidade enfrentam desafios materiais que, sem dúvida, impactam o clima educacional. Contudo, é necessário reconhecer que a questão central transcende a infraestrutura física, alcançando as estruturas curriculares, as práticas pedagógicas e os mecanismos de avaliação que, como aponta Bourdieu (1998), reproduzem as desigualdades.

Nesse sentido, analisando a crítica de que grandes instituições de ensino privado enfatizam tanto o conteúdo quanto habilidades para a liderança, podemos argumentar, com base em Freire (1987), que o *tipo* de habilidade fomentada pode diferir. Tais instituições, apesar de suas estruturas avançadas, frequentemente priorizam currículos fortemente conteudistas e podem incorrer em práticas de "educação bancária", limitando potencialmente o desenvolvimento de um pensamento crítico *emancipatório* ao priorizar a absorção de informação e o desenvolvimento de habilidades instrumentais úteis à manutenção do status quo. Bourdieu (1998) sugere que mesmo a formação das elites passa por uma inculcação que visa à reprodução da ordem.

No entanto, não podemos ignorar que o capital cultural e o suporte socioeconômico dos estudantes dessas instituições muitas vezes lhes proporciona uma base que facilita a apropriação dos códigos escolares e o desenvolvimento das habilidades valorizadas para posições de comando, compensando eventuais limitações curriculares no desenvolvimento de uma criticidade radical.

Portanto, ao discutir o impacto do ambiente educacional no desenvolvimento de habilidades críticas e criativas como o PCCM, é imprescindível considerar um espectro amplo de fatores, incluindo as estruturas físicas, salariais, curriculares, as práticas pedagógicas, o capital cultural dos estudantes e as determinações histórico-sociais, evitando simplificações.

No contexto do ensino técnico profissionalizante (EPT), o enfoque central desta pesquisa, essa tensão estrutural não é diferente. Observamos um conflito entre as demandas do capital por uma força de trabalho qualificada e sua resistência histórica e sistêmica em promover uma educação que possa transcender a mera capacitação técnica, fomentando uma autonomia intelectual que possa levar ao questionamento da própria ordem. Como aponta Antunes (1999), o capital impõe "a necessidade de encontrar uma força de trabalho ainda mais complexa, multifuncional, que deve ser explorada de maneira mais intensa e sofisticada", mas essa complexidade é desejada dentro dos limites da funcionalidade ao sistema produtivo.

É crucial ressaltar, neste ponto, que analisar essa dinâmica estrutural não implica atribuir "conivência" aos professores. Pelo contrário, na perspectiva materialista adotada, os professores são, em sua vasta maioria, trabalhadores assalariados, parte da classe trabalhadora, frequentemente submetidos a condições precarizadas de trabalho, intensificação de tarefas e pressões institucionais e curriculares que limitam sua autonomia pedagógica.

Como afirma Freire (1987, p. 58), mesmo o educador progressista atua "em condições históricas adversas", enfrentando os limites impostos pela estrutura. A instrumentalização da educação pelo capital opera *através* das estruturas (currículos, políticas, avaliações, financiamento), e não necessariamente pela adesão consciente de cada professor a esse projeto. Analisar as tendências do sistema não significa culpar os indivíduos que nele trabalham, muitas vezes resistindo e buscando brechas para uma prática mais libertadora, ainda que em condições desfavoráveis.

Essa dinâmica contraditória do capital, historicamente, reflete seus interesses duais: por um lado, existe um claro incentivo para a formação de profissionais tecnicamente aptos a atender às necessidades imediatas dos setores produtivos; por outro lado, há uma relutância estrutural em fomentar uma educação que habilite os indivíduos a questionar e, potencialmente, desafiar as estruturas de poder vigentes.

Essa tensão é bem documentada por Ramos (2014) ao analisar os embates históricos e políticos em torno dos projetos para a EPT no Brasil. Assim, ao longo da história da EPT no Brasil, percebemos não apenas a ausência de oportunidades, mas também a limitação do escopo da educação oferecida, restringindo-a a atender às demandas imediatas do mercado, sem abranger uma formação mais holística que poderia capacitar os indivíduos a agir criticamente sobre sua realidade social e econômica. Trata-se, como critica Mészáros (2008), de uma educação funcional ao capital, que visa perpetuar a lógica do sistema em vez de superá-la.

Essa dialética entre a educação voltada para a reprodução das condições de trabalho e a "não educação" (ou educação limitada) que sustenta a estrutura de classes revela a instrumentalização da educação pelo capital, onde se educa para o trabalho, mas se limita a educação para a emancipação. Como afirma Ramos (2014, p. 77), a EPT deve lutar para ir além dos requisitos de empregabilidade, buscando também "promover a emancipação dos estudantes".

Ao examinarmos a história da EPT, constatamos que até 1809, com a criação do Colégio de Fábricas por iniciativa do Príncipe Regente, futuro D. João VI (Brasil, 1999 - Parecer nº 16/99-CEB/CNE), a educação se restringia exclusivamente a uma "educação propedêutica para as elites, voltada para a formação de futuros dirigentes" (ibidem). Esse movimento, impulsionado pelo Estado burguês⁵, teve

⁵ A terminologia "Estado burguês", de matriz marxista, refere-se ao conjunto de instituições políticas, jurídicas, administrativas e coercitivas que, na sociedade capitalista, asseguram a dominação da burguesia como classe e garantem a reprodução das relações sociais de produção capitalistas. Como Lênin (2017, p. 10) argumenta, o Estado surge onde e na medida em que as contradições de classe não podem ser objetivamente conciliadas, funcionando como "um órgão de dominação de classe, um órgão de opressão de uma classe por outra". Contudo, essa dominação não se exerce apenas pela força. Ampliando essa análise, Gramsci (2021) demonstra que o Estado burguês ("Estado ampliado") articula coerção (sociedade política) e consenso (sociedade civil), exercendo *hegemonia* sobre as classes subalternas. Nesse sentido, mesmo ações de natureza aparentemente "assistencialista" ou concessões sociais podem ser compreendidas como estratégias do Estado para gerir conflitos, cooptar demandas e, em última instância, legitimar e preservar a ordem capitalista e a dominação burguesa a longo prazo. A categoria "Estado burguês", portanto, permanece analiticamente válida para caracterizar o Estado nas formações sociais capitalistas contemporâneas, incluindo o Brasil, cuja função primordial continua sendo a de garantir as condições gerais para a acumulação de capital e mediar os conflitos inerentes a esse modo de produção.

inicialmente uma natureza assistencialista, visando às crianças pobres e órfãs para evitar ações que ameaçassem a ordem estabelecida (ibidem, p. 24-25).

Assim, ao longo da história, a educação profissionalizante foi difundida de acordo com as motivações do Estado. Um exemplo é a Lei 5.692 de 1971, que tornou obrigatória a profissionalização no 2º grau, atualmente chamado de ensino médio, para atender às necessidades da produção capitalista, formando indivíduos voltados apenas para o mercado de trabalho (ibidem, p. 30).

Segundo Ramos (2014), a partir dos anos 1990, com a redemocratização, o debate sobre a educação profissional se intensificou. De um lado, um projeto de privatização e "Senaização"; de outro, um projeto contra-hegemônico de "cefetização", que buscava fortalecer a rede pública. Ambos encontraram alguma materialização.

Em 2008, em um processo semelhante, a maioria dos CEFETs migrou para o modelo dos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, criados pela Lei 11.892 (ibidem).

Esse percurso histórico da educação brasileira e, mais especificamente, da EPT, revela uma estrutura marcada pela dualidade e pela desigualdade, refletindo as contradições da nossa formação social. É dentro desse cenário complexo que se inserem os desafios de cada área do conhecimento. A matemática, em particular, emerge como um campo onde essas tensões históricas se manifestam de forma aguda, impactando diretamente o desempenho e a relação dos estudantes com a disciplina, como veremos a seguir.

2.2 Desafios e desigualdades no ensino de matemática no Brasil

"A Matemática é uma ferramenta essencial em várias áreas do conhecimento e, por isso, sua compreensão entre os estudantes é de extrema importância" (Pacheco; Andreis, 2018, p. 105). A disciplina matemática desempenha um papel fundamental no desenvolvimento de habilidades cognitivas, tais como raciocínio lógico e na capacidade de resolver problemas. No entanto, no Brasil é comum encontrar estudantes que enfrentam dificuldades na aprendizagem dos conteúdos dessa disciplina. Segundo um estudo realizado por Pacheco e Andreis (2018, p. 117),

com a revisão da literatura, chegou-se a algumas causas das dificuldades em Matemática, como o contexto familiar, a formação dos professores atuantes nas séries iniciais, a influência do professor e de suas metodologias, o desenvolvimento cognitivo, as limitações do aluno, entre outras. Com a pesquisa de campo, evidenciou-se também que as causas das dificuldades de aprendizagem em Matemática podem ainda estar associadas à falta de compreensão de determinados conteúdos, ao esquecimento de conteúdos trabalhados anteriormente, à dificuldade de concentração, à falta de compreensão e interpretação, à forma com que o professor apresenta o conteúdo, entre outras.

Portanto, é necessário compreender as causas dessas dificuldades e buscar estratégias pedagógicas eficazes para superá-las, especialmente quando se trata da aplicação de conceitos e da resolução de problemas. Essa situação é antiga, e a preocupação do Brasil de estudar essas dificuldades também, como pode ser evidenciado por meio de pesquisas nacionais realizadas no passado, como apontado pelo Ministério da Educação (Brasil, 1997).

Os dados do Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA) de 2022 não são apenas números; são o reflexo das realidades educacionais de milhares de jovens brasileiros de 15 anos. O que esses dados, divulgados pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), revelam é um sistema fraturado, no qual as médias nacionais servem mais para ocultar do que para revelar as profundas desigualdades que determinam os destinos de uma geração.

A pontuação média do Brasil em matemática, de 379 pontos, nos posiciona em um lugar de alerta, a 93 pontos de distância da média de 472 dos países da OCDE (Brasil, 2023a; 2023b). Para dar uma dimensão humana a essa lacuna, a própria OCDE utiliza uma métrica de equivalência em seus relatórios: uma diferença de 20 pontos na avaliação representa, aproximadamente, um ano de escolaridade (OCDE, 2023). A conta é dolorosa. O estudante brasileiro médio de 15 anos possui um conhecimento em matemática comparável ao de um jovem de 10 ou 11 anos nos países mais desenvolvidos — um atraso de mais de quatro anos letivos que representa uma dívida de oportunidades.

Contudo, a média nacional mascara a realidade mais importante: a profunda fragmentação do sistema. O Brasil não opera um sistema único, mas múltiplos sistemas paralelos, segregados por dependência administrativa⁶. A análise desagregada dos dados, apresentada pelo Instituto Nacional de Estudos e

⁶ O termo dependência administrativa dependência administrativa é a nomenclatura oficial do INEP para essa estratificação de dados do PISA.

Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira - INEP em sua divulgação oficial, expõe essa fratura de forma inequívoca.

Figura 1 - Análise de Proficiência em Matemática por Dependência Administrativa (PISA 2022)

DEPENDÊNCIA ADMINISTRATIVA	MÉDIA DE PROFICIÊNCIA EM MATEMÁTICA (PISA 2022)	PARTICIPAÇÃO NA AMOSTRA PISA 2022 (%)
Privada	456	14,2
Federal	433	2,5
Estadual	370	73,1
Municipal	320	10,3

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da apresentação de resultados do PISA 2022 (Brasil, 2023b).

Os dados revelam uma hierarquia. A diferença de 136 pontos entre as escolas privadas (456) e as municipais (320) representa um abismo de quase sete anos letivos (Brasil, 2023b). Os sistemas de maior performance (privado e federal) atendem a uma minoria de 16,7% dos estudantes, enquanto a vasta maioria (83,4%) está nas redes estadual e municipal, com resultados dramaticamente inferiores (Brasil, 2023b).

Essas disparidades são fenômenos complexos e multifatoriais. A literatura educacional aponta consistentemente que o desempenho escolar é influenciado tanto por fatores associados à origem socioeconômica e cultural dos estudantes quanto por fatores intraescolares, como recursos pedagógicos, infraestrutura, qualificação docente e clima acadêmico, configurando o chamado "efeito-escola" (Alves; Soares, 2013).

Questiona-se se o público da rede federal seria semelhante ao das redes estaduais e municipais. Embora os Institutos Federais (IFs) tenham implementado importantes políticas de cotas e, em alguns casos como o IFB, adotado o sorteio como forma de ingresso buscando ampliar a democratização, pesquisas indicam que mecanismos de seleção – sejam provas ou mesmo sorteios – podem não ser

suficientes para garantir um perfil de ingressantes idêntico ao das redes de acesso universal.

Fatores como o acesso à informação sobre os processos seletivos, o capital cultural familiar que valoriza e incentiva a busca por essas instituições, e as condições de permanência no curso ainda podem atuar como filtros indiretos (Nogueira; Nogueira, 2015; Zago, 2011). Mesmo o sorteio, que elimina a barreira do exame de conhecimento, não anula as vantagens prévias que certos grupos podem ter em termos de preparo básico ou suporte familiar para concorrer à vaga e, crucialmente, para permanecer no curso.

Adicionalmente, não se pode ignorar as diferenças de investimento. A rede federal historicamente conta com um orçamento por aluno significativamente superior ao das redes estaduais e municipais, o que impacta diretamente as condições de oferta e a qualidade dos recursos disponíveis, contribuindo para os resultados diferenciados observados no PISA, como sugerido por Alves e Soares (2013).

Nesse cenário, as disparidades observadas constituem um mapa da profunda segregação socioeconômica e de oportunidades educacionais que estrutura a sociedade brasileira, transformando o sistema educacional em um poderoso mecanismo de reprodução de desigualdades sociais (Bourdieu & Passeron, 1975).

Para além das médias, a análise dos níveis de proficiência revela a dimensão mais dramática da crise. Conforme o relatório oficial do INEP, 73% dos estudantes brasileiros de 15 anos não atingiram o Nível 2 de proficiência em matemática, considerado pela OCDE como o patamar mínimo para o exercício pleno da cidadania (Brasil, 2023a). Isso significa que três em cada quatro jovens não se mostram capazes de realizar tarefas matemáticas que a própria avaliação descreve como essenciais, como "comparar a distância total de duas rotas alternativas ou converter preços em uma moeda diferente" (Brasil, 2023a).

Assim, o sistema falha em cultivar a excelência. Apenas 1% dos estudantes alcançaram os níveis mais altos (Nível 5 ou 6), em contraste com a média de 9% da OCDE (Brasil, 2023a). O Brasil enfrenta, portanto, uma dupla falha sistêmica: não consegue garantir o básico para a imensa maioria e, simultaneamente, não consegue formar uma massa crítica de estudantes de alta performance. Essa é a herança que estamos deixando para uma geração: um futuro limitado pela falta das ferramentas mais essenciais para compreendê-lo e transformá-lo.

Essas situações revelam a necessidade de abordagens pedagógicas que estimulem o desenvolvimento de habilidades cognitivas e a capacidade dos estudantes de enfrentar os desafios matemáticos de forma eficaz. Pesquisadores têm buscado novas estratégias para contribuir com o ensino de matemática no Brasil. Uma dessas estratégias pedagógicas pode se dar a partir do desenvolvimento do pensamento crítico e criativo nos estudantes, como na observação feita por Fonseca e Gontijo (2020a, p. 975),

Infelizmente o sistema escolar ainda valoriza em demasia resultados de exames em vez do real aprendizado e nisso deve se considerar também o pensamento crítico e criativo em matemática.[...] Acrescenta, o autor, que atividades envolvendo a formulação e resolução de problemas, bem como envolvendo a redefinição de elementos matemáticos podem se converterem um valioso recurso didático para o aprendizado da Matemática e para favorecer a criatividade nesta área.

Portanto, o desenvolvimento do pensamento crítico e criativo em matemática apresenta-se como algo promissor e necessário no contexto educacional atual. Promete ser um elemento em potencial no processo de superação das dificuldades de aprendizagem enfrentadas pelos estudantes nessa disciplina uma vez que, estimula habilidades cognitivas mais complexas, como criação, síntese, avaliação e resolução, sendo possível formar indivíduos autônomos, reflexivos e capazes de enfrentar os desafios matemáticos de forma inovadora e crítica.

Nas palavras de Freire (1987, p. 47), “somente o diálogo, que implica num pensar crítico, é capaz, também, de gerá-la. Sem ele, não há comunicação e sem esta não há verdadeira educação”.

Outro elemento observável no contexto educacional é a cultura da competição, que muitas vezes prevalece e resulta na alienação das relações colaborativas entre os indivíduos (Nerio, 2019, p. 11). Essa cultura não é um fenômeno abstrato, mas se materializa concretamente nas práticas escolares cotidianas: nos sistemas de notas e classificações que ranqueiam os estudantes; na ênfase em avaliações individuais que desestimulam o aprendizado genuinamente compartilhado; nos processos seletivos competitivos para acesso a determinadas escolas ou cursos; e até mesmo nas dinâmicas interpessoais que reproduzem hierarquias baseadas em desempenho ou popularidade.

Essas práticas, muitas vezes naturalizadas, refletem e reforçam valores sociais mais amplos. Além da cultura competitiva, também se observa uma cultura

individualista que dissocia o sujeito do contexto social e histórico em que vive, colocando-o como único agente responsável por todos os eventos positivos ou negativos que ocorrem em sua vida.

Afirmar que esses elementos são promovidos e encontram terreno fértil na hegemonia do capitalismo não significa incorrer em um determinismo simplista, mas realizar uma análise concreta das tendências estruturais e ideológicas presentes na sociedade capitalista, conforme orienta o referencial materialista histórico-dialético.

Na perspectiva de Gramsci (2021), a hegemonia de uma classe dominante não se sustenta apenas pela coerção, mas fundamentalmente pela capacidade de difundir sua visão de mundo, seus valores e suas normas como "senso comum", através de aparelhos como a escola, a mídia e outras instituições culturais.

Nesse sentido, o individualismo (a crença no mérito e sucesso puramente individuais) e a competitividade (a naturalização da disputa como motor social) são valores funcionais à lógica capitalista de acumulação e de divisão social do trabalho, sendo ativamente disseminados e legitimados por esses mecanismos hegemônicos. Isso atua diretamente nas relações humanas, determinando quem cria e quem somente assiste à criação, conforme destacado por Carvalho (2019b, p. 2, grifo nosso):

ao julgar pela hegemonia do capitalismo no planeta, um sistema marcado pelo individualismo e pela competitividade, podemos testemunhar a existência, em nosso tempo atual, de relações assimétricas de poder que influenciam fortemente as interações humanas e atribuem papéis mais ou menos ativos às pessoas durante o processo de produção de ideias. **Assim, o papel social atribuído a cada sujeito vai determinar quem cria e quem contempla a criação.** Isso ocorre também em espaços escolares que não estão à margem das superestruturas capitalistas, mas estão fortemente implicados nelas.

Essa mentalidade individualista dificulta a construção de vínculos coletivos e promove a busca pelo destaque pessoal, prejudicando o desenvolvimento integral dos estudantes que historicamente se dá por um elemento colaborativo do homem pelo homem como traduz Saviani (2013, p. 13) em seu livro *Pedagogia histórico-crítica*:

Podemos, pois, dizer que a natureza humana não é dada ao homem, mas é por ele produzida sobre a base da natureza biofísica. Consequentemente, o trabalho educativo é o ato de produzir, direta e intencionalmente, em cada indivíduo singular, a humanidade que é produzida histórica e coletivamente pelo conjunto dos homens.

E mesmo entre os estudos dominantes sobre criatividade, prevalece a abordagem individual em comparação à abordagem coletiva, como destacado por Carvalho (2019a, p. 1-2),

A literatura dominante na área de criatividade enfoca esse fenômeno com ênfase nas características individuais, sendo menos comuns as abordagens que são dedicadas aos seus aspectos coletivos. [...] No entanto, novos paradigmas estão sendo considerados e alguns estudos que trazem a perspectiva coletiva da criatividade já podem ser encontrados. Emergindo dessas novas formas de ver a criatividade, alguns estudiosos (Glăveanu, 2014; Sawyer, 2007) avançaram no sentido de se opor à tendência psicológica de se concentrar nos aspectos internos individuais da criatividade.

Por isso, essa pesquisa busca abarcar essa perspectiva coletiva de criatividade de forma a compor esses novos paradigmas para que o cenário possa avançar para mais estudos com enfoque coletivo, pois é fundamental reconhecer a importância da colaboração, não só na sociedade como um todo, mas também no ambiente escolar, como uma ferramenta emancipatória do sujeito e que possibilita a troca de conhecimentos, a construção coletiva de saberes e o crescimento socioemocional dos alunos.

Por fim, dentro do levantamento de elementos capazes de compor as estratégias pedagógicas eficazes no processo de educação em matemática, destaca-se a utilização de tecnologia como aplicações Web na sala de aula, que dentro da perspectiva de Moran (2021); o uso de atividades didáticas em ambientes digitais pode promover melhores experiências para os educandos e colocá-los como atores ativos no processo de ensino-aprendizagem.

Dessa forma, segundo Carvalho (2016, p. 326-327), existe a necessidade de pesquisas que explorem o potencial didático dos aplicativos disponíveis na web e das tecnologias *touchscreen*, especialmente no contexto do ensino de matemática, pois os futuros professores são usuários dessas tecnologias.

Por isso é importante reconhecer a diferença que existe em seu uso social do uso didático, ou seja, quando esses aplicativos são usados com propósitos educacionais, eles se tornam recursos semelhantes a jogos, materiais concretos, registros, vídeos, músicas, arte e requerem um planejamento cuidadoso e bem elaborado para garantir a aprendizagem e o desenvolvimento do raciocínio matemático dos alunos. Por outro lado, o uso social da tecnologia não possui o compromisso de promover a aprendizagem matemática.

O panorama traçado nesta seção, a partir dos dados de avaliações e da análise da cultura escolar, revela que os desafios do ensino de matemática no Brasil são profundos e estruturais. Fica evidente que superar a estagnação e a desigualdade exige mais do que ajustes pontuais; demanda uma articulação entre o desenvolvimento de novas habilidades, a reconfiguração das relações sociais em sala de aula e o uso intencional de novas ferramentas. É a partir dessa constatação que a próxima seção se aprofundará justamente na intersecção desses três eixos, investigando como o pensamento crítico e criativo em matemática, a colaboração e as atividades de elaboração e resolução de problemas podem se articular para compor uma estratégia pedagógica coerente com os desafios aqui apresentados.

2.3 Pensamento crítico e criativo em matemática e as atividades compartilhadas de elaboração e resolução de problemas matemáticos.

Uma abordagem pedagógica que valoriza o pensamento crítico e criativo possibilita que os alunos, em vez de apenas receberem informações, sejam incentivados a explorar e questionar (Freire, 1987; Fonseca; Gontijo, 2021a). No contexto da matemática, isso pode ajudar a transformar a relação do estudante com a matéria, tornando-a menos intimidante, visto que as dificuldades na área são frequentemente atribuídas a fatores que vão além da capacidade individual, incluindo aspectos sociais e históricos (D'Ambrosio, 2001; Pacheco; Andreis, 2018). Por isso, uma prática de ensino que dialoga com a realidade do aluno tende a tornar o aprendizado mais palpável (D'Ambrosio, 2001). Ao promover o desenvolvimento do pensamento crítico e criativo em matemática, cria-se a oportunidade para que os estudantes se percebam como capazes de aprender e de pensar de forma independente (Fonseca; Gontijo, 2023).

Essa perspectiva ganha contornos importantes quando se considera o cenário dos filhos da classe trabalhadora, para quem o domínio dessas habilidades pode representar uma ferramenta para analisar e se posicionar de forma mais consciente em uma estrutura social complexa (Freire, 1987; Saviani, 2013; Marx, 1982).

Dessa forma é preciso estabelecer de forma objetiva o conceito que será abordado nesta pesquisa, a fim de aprofundar-se no objeto de estudo e com isso dialogar com as demais categorias postas no problema de pesquisa. Por isso, pensamento crítico e criativo em segundo Fonseca e Gontijo (2020a, p. 971-972) é

a ação coordenada de geração de múltiplas e diferentes ideias para solucionar problemas (fluência e flexibilidade de pensamento) com o processo de tomadas de decisão no curso da elaboração dessas ideias, envolvendo análises dos dados e avaliação de evidências de que os caminhos propostos são plausíveis e apropriados para se chegar à solução, argumentando em favor da melhor ideia para alcançar o objetivo do problema (originalidade ou adequação ao contexto). Em outras palavras, o uso do pensamento crítico e criativo se materializa por meio da adoção de múltiplas estratégias para se encontrar resposta(s) para um mesmo problema associada à capacidade de refletir sobre as estratégias criadas, analisando-as, questionando-as e interpretando-as a fim de apresentar a melhor solução possível.

A partir dessa definição é necessário apropriar-se dos parâmetros de fluência que consistem na “quantidade de ideias diferentes geradas e que se configuram soluções adequadas para os problemas propostos” (Gontijo *et al*, 2020, p. 81), de flexibilidade como uma habilidade que “se refere à quantidade de categorias diferentes em que se podem classificar as soluções geradas para cada problema” (ibidem - alterações nossas) e, por fim, da originalidade que corresponde à “infrequência ou não convencionalidade das ideias geradas, isto é, são consideradas originais as soluções adequadas que destoam do grande grupo de soluções propostas” (ibidem).

A partir desse ponto de partida posto à pesquisa, propõe-se buscar “um movimento de superação e de transformação. [...] de crítica, de construção de conhecimento novo, e da nova síntese no plano do conhecimento e da ação” (Frigotto, 2018, p. 77).

É precisamente neste "movimento de superação" que ancoramos o conceito de "falha produtiva". Este não é um jargão cunhado por Frigotto, mas sim a síntese analítica que adotamos para descrever o processo dialético (Tese-Antítese-Síntese) de superação do erro, conforme o autor o descreve. Nessa perspectiva, a "falha" (o erro, a Geração Incorreta, a contradição) não é o fim da aprendizagem, mas a Tese que convida à Antítese (a crítica, o debate, a reflexão). O caráter "produtivo" da falha reside na sua capacidade de gerar, através desse embate, a "nova síntese no plano do conhecimento e da ação" (ibidem), ou seja, uma aprendizagem que emerge da superação consciente da contradição.

Esses parâmetros devem ser articulados com as demais categorias do problema de pesquisa: atividades compartilhadas e aplicação Web, que objetivam desenvolver o pensamento crítico e criativo em matemática nos estudantes do EMI em eletromecânica do campus Taguatinga.

No livro “Criatividade em matemática : conceitos, metodologias e avaliação” (Gontijo *et al*, 2020), destaca-se a importância de uma estratégia para o desenvolvimento da criatividade nesse campo, que consiste em incentivar o sujeito a não apenas resolver problemas, mas também a elaborá-los.

Os autores definem ainda mais estas categorias que são centrais na pesquisa como a elaboração de problemas, que é uma “atividade em que o indivíduo reconhece problemas em questões que envolvem situações matemáticas e mostra-se capaz de expressá-los de forma elaborada” (ibidem, p. 66). Esse conceito também está relacionado com a capacidade dos estudantes de sintetizar uma grande quantidade de características em uma única ideia.

Já a resolução de problemas, abordagem mais comum dentro da cotidiano do ensino de matemática, é trazida para esse estudo com outra abordagem, a resolução de problemas abertos, já não tão comum, entendida por Gontijo (2007, p. 57) como: uma tentativa de resolver questões não estruturadas para as quais não se tem uma técnica específica, busca-se descobrir um caminho que possa levar de uma situação a outra por meio de uma série de operações mentais”.

Essas estratégias estão intrinsecamente relacionadas aos parâmetros de fluência, flexibilidade e originalidade discutidos anteriormente, que se constituem como elementos fundamentais nesse processo. O mecanismo principal para atender ao problema de pesquisa é o uso dessas estratégias, pois existem estudos que apontam a eficiência do desenvolvimento delas (Fonseca; Gontijo, 2020b), contudo, ainda são necessárias mais pesquisas aplicadas e a disseminação delas para que sejam mais populares e possam produzir uma mudança real no mundo material.

Uma estratégia para promover o uso dessas atividades é organizá-las dentro de um conjunto estruturado, visando alcançar o objetivo da pesquisa, que busca, em suma, o desenvolvimento do pensamento crítico e criativo em matemática. Para isso, pode-se utilizar um desenho metodológico de aplicação das atividades inspirado na ferramenta pedagógica conhecida como sequência didática.

Segundo Zabala (1998, p. 18) os elementos que compõem as sequências didáticas “são um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos”. Esse é um recurso descrito por Zabala (1998) que será amplamente utilizado nessa pesquisa que se propõe a realizar uma intervenção dentro da prática educacional e por isso há necessidade de

se aprofundar nos elementos práticos e teóricos que constituem esse elemento.

O entendimento de práxis representa um elemento vital na elaboração e execução do desenho metodológico da pesquisa. Ao seguir as ideias de Paulo Freire (1987), o conceito de práxis é manifestado na compreensão de que ensinar é, simultaneamente, aprender, e aprender também vem do ato de ensinar, por exemplo.

Nesse sentido, os processos teóricos e idealizados ao interagir com a realidade material, sofrem transformações que, por sua vez, impactam a aplicação prática dessa sequência, o que resulta na transformação dos processos teóricos e idealizados inicialmente.

Esse é um processo contínuo, contraditório e indissociável, caracterizado por movimentos que, numa perspectiva não positivista, buscam superar contradições e desafios que só podem ser identificados no momento da prática. A utilização da práxis, nesse contexto, tem o compromisso de buscar e aprimorar tanto a prática quanto a teoria, em um movimento que vá em direção à realização do objetivo educacional proposto.

Dentro dessa ideia, Zabala (1998) destaca a ênfase na necessidade de considerar as condições materiais dos alunos ao planejar a prática docente. Além disso, ele enfatiza a avaliação contínua da prática educativa como fundamental para torná-la significativa e reconhece a complexidade do ensino e a importância de criar um ambiente de ensino que promova a participação ativa dos alunos.

O autor sugere que as atividades devam ser organizadas com objetivos pedagógicos claros, é uma unidade essencial para o desenvolvimento do ensino-aprendizado. Ele destaca a importância de avaliar cada atividade, considerando a relevância de todas as variáveis envolvidas. Zabala enfatiza ainda a importância de estabelecer conexões com os conhecimentos prévios dos alunos, tornar o conteúdo significativo, promover a autonomia dos estudantes e avaliar de forma abrangente, indo além da memorização.

Para isso é apresentada uma diversidade de tipologias de conteúdo, incluindo conteúdos factuais, conceitos, conteúdos procedimentais e conteúdos atitudinais dos quais essa pesquisa se apropria para constituir uma sequência didática que atenda as necessidades materiais dos estudantes com o horizonte de alcançar o objetivo de pesquisa proposto. Cada tipo de conteúdo requer abordagens de ensino distintas, mas a compreensão e a significância são constantes em todas.

Segundo Zabala (1998) o papel central do educador na facilitação do processo de aprendizagem, independentemente do tipo de conteúdo, o que permitirá a participação constante do pesquisador junto aos educando, a fim de estabelecer esse processo, que envolve a criação de um ambiente de ensino que promova a participação ativa dos alunos, estimule o pensamento crítico e desenvolva habilidades de autonomia e responsabilidade.

Assim por compreender a importância, ou melhor, a necessidade de fomentar o trabalho colaborativo dentro de um parâmetro da real construção humana, em que se deve buscar "caminhar na mesma direção de chegar ao conhecimento produzido coletivamente, a um conhecimento global, articulado numa visão de totalidade, superando as especializações" (Saviani, 2013, p. 123).

Carvalho (2019) materializa essa ideia em sua pesquisa aplicada de doutoramento, na qual ele determina o conceito de "criatividade compartilhada em matemática" como

um fenômeno que ocorre em coletivos nos quais as pessoas reúnem-se para realizar algum tipo de atividade, trazendo suas marcas individuais e contribuindo com o compartilhamento cognitivo e afetivo de suas experiências de vida. O trabalho coletivo, decorrente de um processo social no qual o conhecimento é construído na ação de seus membros, concretiza-se em situações de interação nas quais a realidade é (re)elaborada. No entanto, tal interação depende do modo como serão geridas as relações de poder entre os integrantes de tal coletivo. De tal modo, no processo de criação compartilhada, identidades não podem ser apagadas em detrimento da superposição de posicionamentos hegemônicos (2019b, p. 94).

A pesquisa conduzida por Carvalho (2019b) revelou resultados sobre a criatividade compartilhada em matemática, destacando-se especialmente quando mediada por uma intervenção docente consciente. Este estudo investigou a natureza da criatividade em três cenários distintos: trabalho individual, trabalho em grupo sem mediação e trabalho em grupo com mediação de poder, utilizando a Metodologia de Compartilhamento Criativo.

Por meio desta abordagem, foi possível observar que a mediação do poder pelo professor não apenas promoveu uma maior originalidade nas soluções encontradas pelos alunos, mas também evidenciou a importância das relações de poder na dinâmica da criatividade coletiva.

A pesquisa confirmou a premissa de que a criatividade coletiva ganha em qualidade e profundidade quando as assimetrias de poder no grupo são

cuidadosamente gerenciadas. Esse ambiente permite uma verdadeira expressão do potencial criativo compartilhado, o que contrasta diretamente com a lógica competitiva e individualista predominante na sociedade.

Essa ênfase no individualismo, contudo, não é acidental. Conforme a análise de Gramsci (2021), ela é promovida e incentivada para servir aos interesses da classe dominante. Ao desmobilizar a classe trabalhadora e fragmentar sua solidariedade, a competição individualista ajuda a perpetuar a lógica de trabalho da sociedade capitalista.

Nesse cenário, qual o papel dos professores? A resposta, na perspectiva materialista histórico-dialética, é complexa e contraditória. Por um lado, os professores atuam dentro dos aparelhos hegemônicos do Estado (Gramsci, 2021), como a escola, que são historicamente estruturados para reproduzir a ideologia dominante, incluindo os valores do individualismo e da competição.

Estão submetidos a currículos, sistemas de avaliação e condições de trabalho que, muitas vezes, os pressionam a adotar práticas que reforçam essa lógica, atuando, por vezes, como transmissores inconscientes de um *habitus* e validadores de um *capital cultural* que favorece a reprodução das desigualdades (Bourdieu, 1998).

Por outro lado, é crucial reconhecer os professores primordialmente como parte da classe trabalhadora, vendendo sua força de trabalho em condições frequentemente precarizadas e intensificadas (Antunes, 1999). Nessa condição, não são "coniventes" por natureza ou escolha deliberada com os interesses do capital, mas trabalhadores que operam sob fortes determinações estruturais e ideológicas.

Como aponta Freire (1987), o educador progressista atua em condições históricas adversas, enfrentando os limites impostos. Portanto, seu papel é um campo de disputa: podem ser agentes da reprodução, mas também possuem o potencial, através da práxis e da consciência crítica, de se tornarem agentes de resistência e transformação, utilizando as brechas do sistema para fomentar a colaboração e a criticidade, mesmo em um ambiente que promove o oposto.

Desta forma este é um dos estudos de referência dessa pesquisa, pois reforça a necessidade de estratégias pedagógicas que cultivem um ambiente de igualdade e colaboração, enfatizando o papel do educador na facilitação da criatividade compartilhada.

O caminho que percorremos neste capítulo nos permitiu construir as bases

conceituais e pedagógicas desta pesquisa. Partimos de uma concepção de pensamento crítico e criativo como uma ferramenta de conscientização, em diálogo com Freire (1987) e Saviani (2013), para então chegarmos a uma definição mais operacional com Fonseca e Gontijo (2020a), que nos apontaram um caminho prático: o trabalho com a elaboração e a resolução de problemas abertos.

Contudo, logo percebemos que a dimensão cognitiva, por si só, não era suficiente. O trabalho de Carvalho (2019b) foi fundamental para iluminar o aspecto social do processo, mostrando que a criatividade, quando compartilhada, floresce a partir da mediação das relações de poder, um contraponto necessário à lógica individualista que Gramsci (2021) já criticava.

Com esse arcabouço definido, que articula o desenvolvimento de habilidades cognitivas a uma prática pedagógica colaborativa e politicamente consciente, a questão que se colocou foi: como materializar essa complexa interação de forma engajadora e acessível aos estudantes no contexto atual? Isso nos levou à necessidade de discutir o meio pelo qual essa intervenção pedagógica seria viabilizada por meio da seção a seguir.

2.4 Uso de uma aplicação web como uma ferramenta auxiliar do pensamento crítico e criativo em matemática

Os espaços onde ocorrem as relações humanas passam por transformações ao longo da história, e após o advento da internet, ocorre uma ruptura radical desses espaços com a constituição de uma sociedade em rede. Conforme argumenta Castells (1999), essa sociedade é caracterizada por um conjunto abrangente de informações organizadas em redes interconectadas. Isso possibilita a disseminação ilimitada de informações.

Nesse contexto, torna-se evidente que a sociedade contemporânea demanda múltiplos caminhos em redes para facilitar a interação humana e a aprendizagem colaborativa.

A partir dessa constituição é impossível ignorar a internet, uma vez que ela se movimenta de forma indissociável do movimento da vida humana. Essa configuração é constituída por movimentos contraditórios que tanto melhoram quanto pioram a qualidade de vida, facilitando e/ou dificultando o trabalho da classe trabalhadora. Essa relação não é determinada pelos avanços tecnológicos em si,

mas pelo uso do capital dessas tecnologias, no intuito de reproduzir os mecanismos de dominação e reprodução históricos do trabalho (Antunes, 1999).

Como um caminho inevitável é necessário apropriar-se de um lado dessas contradições que possibilita avanço, para buscar a superação sistêmica, que, dentro do objeto deste estudo, envolve a utilização de uma abordagem de ensino com uso de tecnologia (Valente, 2023; Moran, 2021) que use o potencial dessa tecnologia para o aperfeiçoamento do processo de ensino-aprendizagem em matemática, com o uso de pensamento crítico e criativo em matemática.

No Brasil existem algumas pesquisas em que o envolvimento tecnológico tem colaborado para o ensino de matemática da educação básica como o estudo realizado por Pereira (2019) que fez uma pesquisa qualitativa com alunos do ensino médio integrado do IFB Campus São Sebastião sobre o uso do whatsapp como ferramenta tecnológica de trabalho colaborativo no ensino de matemática.

Revelou-se que o aplicativo, amplamente adotado pelos estudantes, quando utilizado com foco pedagógico, baseado nas sete dimensões da aprendizagem colaborativa propostas por Teles (2015), enriqueceu o ensino presencial. Permitiu maior interação entre alunos e entre alunos e professora, tanto virtual quanto presencialmente, e facilitou o compartilhamento de materiais e a resolução de dúvidas.

Apesar dos desafios, como a manutenção da carga horária presencial e a necessidade de contextualizar melhor as situações-problema, o WhatsApp mostrou-se uma ferramenta valiosa para a educação, sugerindo um potencial para futuras integrações pedagógicas na instituição e apontando para a continuidade da pesquisa em tecnologia e aprendizagem colaborativa.

Outro estudo foi realizado por Amorim (2016) que fez uma pesquisa a qual visava desenvolver habilidades em matemática por meio da programação de aplicativos, em que os alunos puderam perceber a presença e importância da matemática em diversos aplicativos e atividades do dia a dia.

A pesquisa concluiu que tal abordagem enriqueceu o processo de ensino-aprendizagem, permitindo que alunos e professores de diferentes disciplinas colaborassem de forma eficaz. Os resultados mostraram avanços significativos na compreensão dos conceitos matemáticos e na aplicação prática desses conceitos.

Corroborando os resultados de Pereira (2019) e Amorim (2016), um ensaio recente de Fonseca e Fonseca (2025) aprofunda a discussão ao refletir, em contexto

específico da Educação Profissional e Tecnológica, que o uso planejado de oficinas digitais, jogos e métodos colaborativos podem ampliar a investigação matemática dos estudantes, favorecendo fluência, flexibilidade e originalidade nas soluções e promovendo diálogo crítico entre pares.

Ao mesmo tempo, os autores alertam para entraves estruturais (infraestrutura precária e formação docente) que precisam ser enfrentados para que tais potencialidades se realizem plenamente. Essa ensaio sugere mais pesquisas com uso de tecnologias digitais como fator ampliador do pensamento crítico e criativo em matemática na EPT o que sustenta a adoção de uma aplicação Web nesta pesquisa, uma vez que reforça a viabilidade de ambientes digitais como mediação ativa entre professor, estudantes e problemas matemáticos, ao mesmo tempo em que enfatiza a necessidade de estratégias de formação e suporte técnico que garantam equidade no acesso e apropriação das tecnologias.

É importante destacar que a relevância do uso de uma aplicação Web no contexto educacional não implica afirmar que o papel do professor será diminuído. Pelo contrário, o professor continua sendo de grande importância, pois desempenha uma função crucial no processo de ensino, tanto dentro como fora da sala de aula. Ele continua sendo o elo fundamental entre o estudante e os objetos de aprendizagem, atuando como mediador dos novos objetos de aprendizagem, conforme apresenta Oliveira (2019),

é a ele que cabe a tarefa de planejar, participar, instigar as discussões acompanhar e analisar a construção do conhecimento através da participação individualizada e coletiva dos alunos nos espaços de interação disponibilizados no ambiente tendo a capacidade de construir novos objetos de conhecimento, a visualização concreta de elementos abstratos, o compartilhamento de experiências e emoções de maneira informal e altamente personalizável (Oliveira, 2019, p. 70).

Contudo é necessário refletir de que numa lógica capitalista, a introdução de aplicações web poderia representar mais trabalho para o professor, tanto dentro quanto fora da sala de aula. De fato, como analisa Antunes (1999), o capital frequentemente se apropria dos avanços tecnológicos não para aliviar o trabalho, mas para intensificá-lo e torná-lo mais complexo e controlado. Uma visão puramente instrumental ou acrítica da tecnologia na educação pode, sim, levar a um aumento da carga docente (tempo de preparo de materiais digitais, gestão de plataformas, suporte técnico aos alunos, análise de grandes volumes de dados etc.).

No entanto, o problema não reside na ferramenta em si, mas no uso social que lhe é dado dentro de determinadas relações de produção. Por isso, o desenvolvimento da aplicação MENT3C nesta pesquisa representa um esforço consciente de conceber uma ferramenta alinhada a uma práxis pedagógica emancipatória (Freire, 1987), buscando atenuar, e não agravar, a carga de trabalho docente em aspectos específicos.

Primeiramente, seu uso foi pensado primordialmente para dentro do tempo da sala de aula, como suporte à atividade colaborativa mediada pelo professor, e não como uma plataforma que demande gestão extensiva fora do horário letivo. Em segundo lugar, a própria arquitetura da MENT3C, com seus relatórios detalhados e indicadores de interação (conforme Capítulo 5), foi projetada para organizar os dados do processo de aprendizagem, visando facilitar a análise e a avaliação formativa pelo professor. Busca-se, assim, que a tecnologia sirva como apoio à mediação e à reflexão docente, mantendo o protagonismo do professor no planejamento, condução e análise do trabalho educativo (Oliveira, 2019), em contraste com usos que poderiam burocratizar ou esvaziar sua função pedagógica.

Por isso, em resposta ao problema de pesquisa posto, foi desenvolvido uma aplicação Web direcionada por meio de pesquisa científica, como um ambiente digital interativo, atraente e engajador, capaz de proporcionar autonomia ao educando na produção desse conhecimento (Bacich, Moran, 2018), afinal os estudantes do EMI já nasceram nessa era digital, e, por isso, busca-se, nesse *software*, um ambiente, que alguma medida, transcenda as limitações das salas de aula tradicionais, que permita a ele se sentirem mais à vontade e familiarizados. É importante criar assim um ambiente propício ao desenvolvimento do pensamento crítico e criativo em matemática (Gontijo, 2007), por meio das atividades compartilhadas dentro desse ambiente tecnológico.

3 METODOLOGIA

A presente pesquisa adotou o Materialismo Histórico Dialético (MHD) como um método de interpretação que busca compreender os fenômenos em seu movimento, em suas contradições e em sua totalidade. O MHD orienta o olhar do pesquisador para a materialidade histórica da vida dos sujeitos, buscando desvelar as leis e as tensões que configuram a realidade educacional. Ele exige que o conhecimento não se limite ao aparente, ao imediatamente dado, mas que avance para a essência do fenômeno, compreendendo-o como uma síntese de múltiplas determinações.

Nesta pesquisa, o MHD se aplica ao buscar compreender as relações potenciais e limitantes entre o desenvolvimento do pensamento crítico e criativo em matemática e o uso de atividades compartilhadas de elaboração e resolução de problemas com o uso de tecnologia em sala de aula.

A pesquisa foi realizada no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Brasília – IFB – Campus Taguatinga, com estudantes do 3º ano do Ensino Médio Integrado em Eletromecânica.

A escolha do IFB - Campus Taguatinga como local de pesquisa foi motivada pela atuação do pesquisador como técnico administrativo na instituição. O público-alvo da pesquisa foi criteriosamente selecionado com base na compreensão de que os estudantes do 3º ano do ensino médio, por estarem teoricamente em um estágio mais avançado de maturidade e adaptados às dinâmicas do IFB, constituem um grupo propício para a aplicação da pesquisa.

Em 2014, o campus implementou o Ensino Médio Integrado em Eletromecânica - EMI, cujos objetivos principais incluem o "planejamento e execução da manutenção eletromecânica de equipamentos industriais, além de projeto, instalação e manutenção de sistemas de acionamento elétrico e mecânico" (IFB, 2014, p. 22).

O currículo da instituição compreende uma carga horária total de 3.500 horas, dividida ao longo dos três anos de estudos. Os dois primeiros anos contam com 1.133,3 horas cada, enquanto o terceiro ano possui 1.233,4 horas. Este último ano de estudo foi o foco central da nossa pesquisa e compreende 13 componentes curriculares distribuídos entre a base nacional comum (Linguagens, Códigos e suas Tecnologias; Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias; Ciências

Humanas e suas Tecnologias) e 11 componentes para a base aplicada (IFB, 2014). Sendo que, dentre esses componentes curriculares, "Matemática e suas Tecnologias" foi a disciplina que aplicamos a nossa pesquisa.

A abordagem de pesquisa adotada é quali-quantitativa, ou de métodos mistos. Esta escolha se justifica pela necessidade de integrar a mensuração objetiva de habilidades criativas com a compreensão dos processos subjetivos e contextuais que as envolvem. A combinação de ambas as abordagens permite uma análise mais robusta e completa do fenômeno investigado.

A dimensão quantitativa da pesquisa materializa-se na análise psicométrica das produções dos estudantes. Por meio da aplicação de escores de fluência, flexibilidade e originalidade, foram gerados dados numéricos que permitem mensurar e comparar o desempenho criativo, a análise de indicadores da MENT3C e o uso do Ranking Médio Siegel e Castellan (2006) para analisar os questionários do apêndice F.

Em paralelo, a dimensão qualitativa mantém seu foco na análise das ideias, buscando compreender o contexto em que foram geradas e explorando as percepções, o pensamento crítico, as experiências e os significados atribuídos pelos estudantes às suas contribuições, por meio de instrumentos como a roda de conversa, os registros de chat e as entrevistas e formulários dos anexo A a E.

Conforme aponta Gil (2007), a pesquisa quantitativa se caracteriza pelo emprego de instrumentos estatísticos, enquanto a qualitativa se aprofunda na interpretação dos fenômenos e na atribuição de significados. A presente investigação articula essas duas lógicas: a utilização conjunta da pesquisa qualitativa e quantitativa permite recolher mais informações do que se poderia conseguir isoladamente. Assim, enquanto os dados quantitativos oferecem uma medida da performance criativa, os dados qualitativos revelam o processo, as interações colaborativas e o impacto subjetivo da intervenção, proporcionando uma visão mais abrangente sobre o desenvolvimento do pensamento crítico e criativo no contexto do uso da tecnologia na educação.

Com essa abordagem, buscou-se compreender o significado das ideias produzidas pelos estudantes, suas interações colaborativas e o impacto no desenvolvimento do pensamento crítico e criativo. Essa abordagem enriqueceu a análise dos resultados e proporcionou uma visão mais abrangente sobre o processo

de elaboração e resolução de problemas matemáticos no contexto do uso da tecnologia na educação.

A integração das abordagens quantitativa e qualitativa foi metodologicamente orientada pelas lentes do Materialismo Histórico Dialético, na busca de superar uma simples apresentação de dados. Nesta abordagem, os resultados quantitativos — como os escores psicométricos e os indicadores da plataforma foram tratados como a expressão numérica e a dimensão aparente do fenômeno. Serviram, portanto, como sinalizadores que direcionaram a análise de conteúdo, a qual buscou desvelar o contexto, as interações e as contradições subjacentes aos números. Este movimento dialético entre o "quanto" e o "como" permitiu a construção de uma síntese interpretativa, que busca, assim, aproximar-se da totalidade do objeto de pesquisa em sua complexidade.

A natureza da pesquisa foi aplicada, “em que há busca pelo conhecimento, mas com enfoque estratégico de aplicação para a solução de problemas práticos”(Mattar; Ramos, 2021, p. 167), e segundo Gil (2007, p. 40) é uma pesquisa que “abrange estudos elaborados com a finalidade de resolver problemas identificados no âmbito das sociedades em que os pesquisadores vivem”.

Essas definições se materializam nesta pesquisa por se propor a resolver um problema de pesquisa na área de atuação profissional do pesquisador e que por isso foi aplicado uma sequência de atividades compartilhadas com uso de tecnologia, com uma aplicação Web desenvolvido pelo pesquisador chamada MENT3C, para os estudantes do EMI do IFB Campus Taguatinga, com o objetivo de promover o desenvolvimento do pensamento crítico e criativo em matemática.

A presente pesquisa é identificada como exploratória, seguindo os preceitos apresentados por Gil (2007, p. 42) “as pesquisas exploratórias têm como propósito proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses”. O objetivo primordial é proporcionar uma compreensão sobre o pensamento crítico e criativo em matemática, focando especificamente na abordagem inovadora que a tecnologia pode oferecer a esse constructo educacional da EPT.

O planejamento flexível adotado nesta pesquisa é estrategicamente alinhado com os propósitos exploratórios. A flexibilidade é essencial para capturar uma gama diversificada de aspectos relacionados ao uso da tecnologia na promoção do pensamento crítico e criativo. O próprio objeto de estudo, que envolveu a criação de

uma aplicação web complexa para atividades compartilhadas de elaboração e resolução de problemas, reflete a necessidade de uma abordagem exploratória para entender e desenvolver efetivamente essa inovação.

O procedimento de pesquisa a ser utilizado é a pesquisa-participante que “fundamentada na dialética” (Bartelmebs, 2012, p. 59), será utilizada como procedimento metodológico, envolvendo a participação ativa dos estudantes. Essa abordagem permitirá a coleta de dados em tempo real, a partir da interação direta com os estudantes durante a aplicação das atividades compartilhadas e uso da aplicação Web a ser desenvolvido pelo pesquisador, a partir dessa definição:

A pesquisa participante é uma forma de compreender a pesquisa para além de uma aplicação de métodos rígidos e frios na leitura de uma dada realidade. Ela implica em inserção do sujeito como pesquisador - participante. Portanto, é ver-se de fato como um sujeito que produz compreensões, mas que não o faz sozinho, pois, na pesquisa participante a comunidade pesquisada tem uma forte participação na ação de pesquisar. (ibidem, p. 60).

Dessa forma, a pesquisa participante emerge como um caminho que transcende os limites tradicionais da pesquisa, abraçando a interatividade, a comunhão de saberes e a construção de conhecimento. Nesse diálogo constante entre pesquisador e comunidade, vislumbra-se uma compreensão mais rica e contextualizada do desenvolvimento do pensamento crítico e criativo em matemática, enraizado na participação ativa e colaborativa de todos os envolvidos.

3.1 Das etapas e dos instrumentos da pesquisa

A pesquisa é composta por várias etapas que visam atingir os objetivos propostos. A seguir, será descrita cada uma dessas etapas, destacando os procedimentos metodológicos adotados e os instrumentos utilizados:

3.1.1 Primeira Etapa: Estruturação da Pesquisa

Esta etapa fundacional da pesquisa foi dedicada à elaboração do projeto, um processo que se fundamentou em um levantamento bibliográfico. O objetivo foi adquirir uma compreensão sólida dos conceitos relacionados ao pensamento crítico e criativo em matemática, das atividades compartilhadas de elaboração e resolução de problemas e do uso da tecnologia como recurso educacional. Este embasamento

teórico foi, portanto, importante para delimitar o problema de pesquisa, justificar sua relevância e formular os objetivos e a abordagem metodológica que nortearam todo o trabalho subsequente.

3.1.2 Segunda etapa: qualificação e submissão ao comitê de ética

Com a fundamentação teórica já em andamento na primeira etapa, em dezembro de 2023, o projeto foi submetido e aprovado pela banca de qualificação e por conseguinte os ajustes indicados pela banca de qualificação foram incorporados. Nesta etapa, a pesquisa seguiu-se um protocolo essencial, a submissão do projeto de pesquisa ao Comitê de Ética por meio da plataforma Brasil, em fevereiro de 2024, no qual foi aprovado no prazo de 3 meses sem ressalvas (Anexo F).

Esta etapa reveste-se de grande importância, pois representa o compromisso ético do pesquisador em garantir a integridade e segurança dos participantes envolvidos na investigação. A plataforma Brasil proporciona um ambiente estruturado para a submissão, revisão e acompanhamento de projetos, garantindo um processo transparente e em conformidade com as normas éticas estabelecidas para pesquisas envolvendo seres humanos.

A submissão ao Comitê de Ética é uma etapa obrigatória e necessária para assegurar que a pesquisa seja conduzida de acordo com princípios éticos e respeito aos direitos dos participantes. Após a aprovação do comitê, a pesquisa estava autorizada a prosseguir para a próxima fase, dando continuidade às demais etapas da pesquisa.

3.1.3 Terceira etapa: desenvolvimento da aplicação web MENT3C

Na terceira fase, após aprovação do comitê de ética, o pesquisador desenvolveu uma aplicação web que serviu como um ambiente digital para a realização de atividades compartilhadas relacionadas à elaboração e resolução de problemas matemáticos. Essa aplicação, intitulada MENT3C (Mentes Críticas, Criativas em Trabalho Compartilhado), foi criada por meio da aplicação de procedimentos que incluem análise de requisitos, estudo de *benchmarking*, prototipagem, desenvolvimento do código, avaliação da qualidade do código e

testagem. Mais detalhes sobre o sistema estão descritos no capítulo 5 desta dissertação.

3.1.4 Quarta etapa: aplicação piloto

A quarta etapa da pesquisa corresponde à aplicação piloto da aplicação web MENT3C, realizada no dia 5 de maio de 2025. Esta fase teve como objetivo principal testar o funcionamento da aplicação, identificar possíveis falhas técnicas e pedagógicas, e refinar a dinâmica geral da atividade antes da implementação com os estudantes participantes da pesquisa.

A atividade foi conduzida com o grupo de orientandos do professor Dr. Mateus Gianni Fonseca, vinculado ao Programa de Mestrado ProfEPT do IFB – Campus Brasília, composto por quatro mestrandos, além do próprio docente e dois técnicos voluntários de informática do IFB Campus Taguatinga. Durante o encontro, foram experimentadas duas tarefas fundamentais: uma atividade de elaboração de problemas e outra de resolução de problemas matemáticos, simulando o ambiente e os procedimentos previstos para a turma participante da intervenção principal.

No início da aplicação, observou-se um certo grau de confusão por parte dos participantes em relação ao funcionamento da plataforma, especialmente quanto à lógica de navegação entre as fases, o uso dos botões e os critérios de validação dos produtos e respostas. Algumas inconsistências no sistema também foram identificadas, como bugs na etapa de validação das produções, dificuldades de visualização dos elementos interativos e pouca clareza nas instruções que orientavam as ações dos usuários.

Apesar desses desafios, a aplicação piloto cumpriu um papel crucial na melhoria do produto educacional. A partir da análise das dificuldades observadas, foi possível realizar um refinamento técnico e pedagógico na plataforma. Foram corrigidos os erros de funcionamento identificados, aprimorados os botões de navegação e inseridos elementos visuais que tornaram a interface mais amigável e intuitiva. Ainda que o sistema mantenha certa complexidade de uso inicial – especialmente por se tratar de uma ferramenta multifásica – o processo de testagem contribuiu significativamente para torná-lo mais acessível e funcional.

Essa etapa, portanto, representou um momento estratégico na pesquisa, permitindo antecipar possíveis obstáculos da aplicação real em sala de aula e, ao

mesmo tempo, possibilitando ajustes que aumentaram a eficácia da ferramenta e a fluidez da experiência de uso pelos estudantes. Além disso, a contribuição dos participantes da aplicação piloto, por meio de seus comentários e sugestões, reforçou o caráter colaborativo do processo de construção e aplicação da MENT3C como um produto educacional orientado à prática pedagógica crítica, criativa e colaborativa.

3.1.5 Quinta etapa: da coleta de dados no registro acadêmico

Consiste na obtenção de dados acadêmicos junto a Coordenação de Registro Acadêmico do Campus Taguatinga (CDRA - CTAG), em que foi lavrado e assinado termo de autorização emitido e assinado pelo coordenador do Setor de Registro Acadêmico (apêndice N). Assim foi-me concedido acesso à base de dados dos 44 estudantes do 3.º ano do Ensino Médio Integrado em Eletromecânica do IFB - Campus Taguatinga.

A CDRA forneceu informações que serão cruzadas, posteriormente, com os resultados da intervenção, tais como: Identificação escolar – nome completo e número de matrícula; Dados pessoais – data de nascimento (uso para cálculo de idade), etnia autodeclarada e possíveis necessidades específicas/condições de saúde; Indicadores socioeconômicos – renda familiar per capita e número de residentes no domicílio; Desempenho prévio em Matemática – médias do 1.º e 2.º anos (coluna “Nota de matemática 1 ano / 2 ano”).

3.1.6 Sexta etapa: da assinatura do TCLE e TALE

Na sexta etapa foi obtido a autorização dos estudantes, das famílias dos estudantes e do professor que fazem parte do público-alvo para a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE, apêndice H deste projeto e assinatura do Termo De Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) pelos estudantes participantes da pesquisa, apêndice I deste projeto.

Dos 44 estudantes, 6 não eram mais frequentes e dos 38 estudantes aptos a participar da pesquisa somente 33 assinaram os termos de forma física, que foram a amostra que participou efetivamente na pesquisa. Como alguns estudantes já eram maiores de idade, esses assinaram o TCLE sozinhos.

Essa etapa foi importante, especialmente considerando que envolve a participação de alunos menores de idade, tornando necessário obter tanto os seus consentimentos como de seus responsáveis legais e que os termos estão em posse do pesquisador que se compromete a guardá-los pelo prazo mínimo de 5 anos.

3.1.7 Sétima etapa: organização e planejamento

Na sétima etapa, realizou-se uma reunião presencial com o(a) professor(a) de Matemática, ocasião em que o pesquisador apresentou detalhadamente o projeto, seus objetivos, o cronograma de trabalho, a sequência de atividades compartilhadas e as funcionalidades da aplicação web MENT3C.

A partir desse alinhamento, o docente disponibilizou doze aulas de noventa minutos: as quatro primeiras, distribuídas em dois encontros duplos, foram destinadas à observação da turma, enquanto as oito restantes, organizadas em dois encontros quádruplos realizados em sábado letivo, serviram para a aplicação integral da metodologia.

A escolha por encontros aos sábados deve-se ao calendário acadêmico apertado, consequência da recomposição do período letivo após a importante greve nacional dos institutos e universidades federais em 2024. Para incentivar o engajamento discente, o professor se comprometeu a conceder um ponto extra na média trimestral aos estudantes que participarem ativamente de todas as etapas das atividades.

Nos dois primeiros encontros o pesquisador atuou como observador, registrando a dinâmica da sala; nos encontros seguintes assumiu o papel de docente-mediador, conduzindo as atividades na plataforma MENT3C sob acompanhamento do professor efetivo.

3.1.8 Oitava etapa: dos encontros da pesquisa

Na oitava etapa foram planejados quatro encontros presenciais, perfazendo doze aulas de cinquenta minutos, além de uma entrevista semiestruturada com o professor da disciplina de Matemática no final. Todo o processo ocorreu na sala de aula regular e no laboratório de informática do IFB – Campus Taguatinga, entre maio e julho de 2025.

Nessa etapa é onde ocorre a maior parte da coleta de dados, ou mais precisamente, da construção dos dados, que foi organizada não como uma série de etapas isoladas, mas como uma sequência de atividades coerente. Nesta etapa, apresentaremos os procedimentos e instrumentos específicos adotados que serão detalhados a seguir:

3.1.8.1 Encontros 1 e 2: observação em sala de aula

Os 2 primeiros encontros com 2 aulas cada ocorreram em horário letivo regular, nos dias 06 e 07 de maio de 2025. Esses encontros marcam o início do processo de coleta de dados desta pesquisa e foram dedicados à compreensão da rotina diária dos estudantes e dos processos que a permeiam.

Essa compreensão é fundamental para iniciar qualquer processo de ensino-aprendizagem (Freire, 1987). Essa análise abrangerá diversas manifestações, tanto no âmbito individual quanto no contexto coletivo. Isso requer uma imersão no universo dos estudantes. O objetivo destes encontros iniciais foi estabelecer uma conexão com os sujeitos que foram participantes da pesquisa. Foram registrados todas as informações relevantes por meio de um diário de bordo, o roteiro do diário de bordo sendo encontrada no apêndice B desta dissertação.

Conforme Oliveira, Gerevini e Strohschoen (2017, p. 123) o diário de bordo é definido como,

o local de registro das metas de investigação, onde devem constar além dos dados de identificação do estudante, o local e data das atividades, descrição de atividades, fotos, reflexões, crítica e comentários, bem como as investigações da pesquisa. O ideal é que sejam feitos os registros à mão, evitando as colagens de pesquisas.

Essas informações consistem tanto em observações pessoais quanto em constatações coletivas dos estudantes, bem como em aspectos que auxiliem na identificação do uso do pensamento crítico e criativo em matemática, atividades colaborativas e o uso da tecnologia em seu ambiente educacional cotidiano.

É importante observar que, embora a pesquisa não seja etnográfica, ela incorpora princípios da "observação participante", caracterizada pelo contato direto do pesquisador com o fenômeno estudado, com o propósito de obter informações sobre a realidade vivida pelas pessoas em seus próprios contextos (Gil, 2007, p.

129). Isso enriquecerá a metodologia da pesquisa, proporcionando uma abordagem mais abrangente e completa.

Assim, acredita-se que os dois primeiros encontros foram adequados para atingir o propósito de estabelecer o início de uma relação de compreensão e identificação com os participantes. Acredita-se que esses encontros contribuíram para a construção de um ambiente propício ao desenvolvimento do pensamento crítico e criativo em matemática durante a execução da pesquisa.

3.1.8.2 Encontro 3 parte 1: Da oficina sobre pensamento crítico e criativo em matemática

O terceiro encontro da intervenção ocorreu no sábado letivo de 17 de maio de 2025, no laboratório de informática do Campus Taguatinga, entre 8h00 e 12h30, compreendendo quatro aulas consecutivas (200 min). Contando com a participação de 30 Estudantes. Nas duas primeiras aulas desta manhã foi ministrada uma oficina imersiva destinada a introduzir, de modo vivencial, os fundamentos do pensamento crítico e criativo em Matemática.

Durante todo o encontro, contou-se também com o apoio de uma servidora técnica de laboratório do Campus Taguatinga, que assinou o termo de compromisso e confidencialidade (apêndice M) e atuou como monitora da atividade auxiliando na distribuição de materiais como papel em branco e lápis para rascunho, acompanhando a realização das tarefas propostas, colaborando na resolução de desafios técnicos pontuais e orientando os estudantes quanto ao uso responsável dos equipamentos, como a não utilização de celulares para fins alheios à atividade.

Para orientar as atividades, os alunos receberam um guia digital interativo (Apêndice E) e acompanharam uma apresentação de dezenove slides elaborada a partir dos capítulos iniciais do livro Pulando para fora da caixa (Fonseca; Gontijo, 2023).

Logo após a acolhida, foram explicitados, com exemplos do próprio livro, os conceitos de fluência, flexibilidade, originalidade e as diferenças entre problemas abertos e fechados, bem como as noções de elaboração e resolução.

Ainda conduzidos pelo guia junto da exposição, os estudantes responderam o primeiro questionário Likert (Apêndice F), composto por vinte e uma afirmações distribuídas em escala de quatro pontos (de “discordo totalmente” a “concordo

totalmente”), que, de acordo com Gil (2007, p. 107), consiste em "um conjunto de questões respondidas por escrito pelos participantes" e tem o propósito de coletar informações objetivas que auxiliarão na compreensão das potencialidades e limitações do desenvolvimento do pensamento crítico e criativo em matemática.

Em seguida, para “aquecer” o repertório individual antes dos desafios matemáticos, cada participante preencheu o segundo formulário on-line que consistia no Inventário das Dez Características do Pensador Criativo em Matemática (Carlton, 1959), apresentado no Anexo A.

Na sequência, trabalhou-se a metáfora da “receita” da criatividade: os grupos foram convidados a listar, em outro formulário (Anexo B), “ingredientes” considerados indispensáveis para criar ideias originais em Matemática. As receitas foram projetadas imediatamente e discutidas, permitindo que cada grupo justificasse seus ingredientes e avaliasse semelhanças e diferenças entre as propostas.

Encerrada essa ativação, passou-se ao problema aberto dos 45 pontos. O desafio consistia em produzir, com três números distintos, a expressão aritmética que resultasse em 45 e que o grupo julgasse “mais incomum”. Depois de compartilhadas as soluções, discutiram-se, à luz do ifográfico constante dos slides e do guia, os indicadores de fluência (quantidade de expressões), flexibilidade (variedade de operações) e originalidade (frequência relativa da solução apresentada). Cada estudante registrou sua resposta no formulário específico (Anexo C).

Em seguida, os estudantes resolveram, também, o problema aberto “Como Marcos compraria um celular de R\$ 2.200,00 recebendo R\$ 3.200,00 mensais?”. Esse formulário (Anexo D) exigia que refletissem sobre quem era o sujeito inserido no mundo real e a estratégia financeira adotada, favorecendo a aplicação imediata dos conceitos trabalhados minutos antes.

Ainda dentro do mesmo bloco horário, os pares passaram da resolução à elaboração de problemas. Partindo do cenário de um condomínio de três torres com quinze andares e quatro apartamentos por pavimento. As produções foram registradas no formulário correspondente (Anexo E).

Às 10h10, concluídas as duas primeiras aulas, iniciou-se o intervalo de trinta minutos; o pesquisador providenciou lanche na sala ao lado do laboratório, promovendo um momento informal de socialização e consolidando o clima de colaboração necessário para a etapa seguinte. A oficina foi planejada, portanto, para

alternar exposições breves — suficientes para ancorar o referencial teórico — com dinâmicas que solicitassem participação ativa, assegurando o engajamento dos estudantes e fortalecendo, desde o primeiro contato dos três pilares investigados nesta pesquisa: pensamento crítico e criativo em matemática, atividade compartilhadas e uso de Tecnologias Digitais.

3.1.8.3 Encontro 3 parte 2: Do uso da Aplicação Web MENT3C

Na retomada das atividades, após o intervalo do dia 17/05/2025 às 10h40, teve início a segunda parte do terceiro encontro, correspondendo a duas aulas consecutivas. Nesse momento, foi iniciada a apresentação e utilização da aplicação web MENT3C como instrumento de coleta de dados e como componente central do produto educacional desenvolvido nesta pesquisa.

Durante esse encontro, os estudantes foram apresentados à plataforma MENT3C, realizaram seus cadastros e, em seguida, foram organizados em sete grupos, compostos por quatro a cinco integrantes. A formação dos grupos seguiu dois critérios: inicialmente, alocou-se um estudante com as maiores médias em Matemática no primeiro e segundo anos do curso em cada grupo; os demais estudantes foram distribuídos de forma aleatória entre os grupos, de modo a promover equilíbrio e diversidade.

Para preservar o anonimato e, ao mesmo tempo, incentivar um ambiente de participação segura, foram previamente definidos nomes de matemáticos históricos que seriam utilizados como apelidos durante a atividade. Esses nomes — como (Pitágoras, Euclides, Arquimedes, Diofanto, Al-Khwarizmi, Fibonacci, René Descartes, Pierre de Fermat, Blaise Pascal, Isaac Newton, Gottfried Wilhelm Leibniz, Leonhard Euler, Joseph-Louis Lagrange, Pierre-Simon Laplace, Carl Friedrich Gauss, Augustin-Louis Cauchy, Niels Henrik Abel, Évariste Galois, Bernhard Riemann, George Boole, Karl Weierstrass, Henri Poincaré, David Hilbert, Emmy Noether, Srinivasa Ramanujan, John von Neumann, Kurt Gödel, Alan Turing, André Weil, Alexander Grothendieck, Paul Erdős, Terence Tao, Maryam Mirzakhani, Hypatia de Alexandria, Ada Lovelace, Sofia Kovalevskaya, Émile Borel, Georg Cantor, Nikolai Lobachevsky, Élie Cartan) — foram atribuídos aleatoriamente aos estudantes pelo sistema.

Importante destacar que o mediador da atividade manteve, em todo momento, o acesso aos nomes verdadeiros dos participantes, garantindo a rastreabilidade dos dados para fins de análise da pesquisa.

Durante a utilização da aplicação, os estudantes realizaram diversas atividades voltadas ao desenvolvimento e à análise do pensamento crítico e criativo em Matemática. A primeira delas consistiu em uma tarefa introdutória destinada a familiarizar os alunos com as funcionalidades básicas do sistema (Atividade 1 do Apêndice J), com duração programada de 9 minutos.

Na sequência, foram propostas duas atividades de resolução de problemas matemáticos fechados, com o objetivo de promover a ambientação gradual dos estudantes à dinâmica da plataforma. Essas atividades tiveram duração de 12 e 10 minutos, respectivamente, e buscaram reforçar os procedimentos básicos de uso da ferramenta e o trabalho colaborativo.

Por fim, os estudantes participaram de uma atividade de elaboração de problemas matemáticos abertos, diretamente pela aplicação web, com duração programada de 40 minutos. Essa etapa teve como foco estimular a criatividade, a flexibilidade e a capacidade de síntese dos grupos, permitindo a coleta de dados qualitativos sobre os enunciados gerados, as interações verbais entre os membros do grupo e as classificações de dificuldade atribuídas a cada problema criado. Todas as atividades desenvolvidas nesta etapa estão detalhadas no Apêndice J.

O encontro foi encerrado às 12h30, finalizando, assim, a segunda parte da terceira etapa e marcando o início da etapa de coleta automatizada de dados via a plataforma MENT3C.

3.1.8.4 Encontro 4 parte 1: Segundo uso da aplicação MENT3C

O quarto encontro, inicialmente previsto para ocorrer no dia 14/06/2025, precisou ser adiado em virtude da realização da festa junina da instituição no dia anterior, 13/06/2025. Diante da indisponibilidade de datas na agenda escolar, o encontro foi remarcado para o dia 12/07/2025, um sábado letivo, respeitando a carga horária de quatro aulas de 50 minutos, totalizando 200 minutos de atividade, com intervalo entre as sessões.

Ao longo de todo o quarto encontro, contou-se com o apoio de um servidor assistente em administração do Campus Taguatinga, que assinou o termo de

compromisso e confidencialidade (apêndice M). O servidor desempenhou um papel fundamental no suporte logístico da atividade. Atuando como monitor, o servidor colaborou na organização do ambiente, distribuiu materiais como papel e lápis para rascunho, prestou auxílio em eventuais dificuldades técnicas e contribuiu para manter o foco dos estudantes, orientando-os quanto ao uso adequado dos equipamentos e desencorajando acessos a conteúdos não relacionados à proposta pedagógica.

A primeira parte do encontro, das 08h00 às 10h30, foi dedicada à continuidade da aplicação do produto educacional — a plataforma web MENT3C — como ferramenta central de coleta de dados. Antes do início da atividade com os estudantes, o pesquisador realizou a validação dos problemas matemáticos elaborados pelos grupos no encontro anterior. Para garantir a fidedignidade das produções, optou-se por manter os enunciados com eventuais erros, exatamente como foram construídos, de modo que os grupos pudessem observar as próprias formulações e avaliar as dificuldades que elas poderiam gerar em colegas de outros grupos.

A intenção pedagógica foi permitir a vivência da experiência de se deparar com problemas possivelmente insolúveis e observar as estratégias adotadas para lidar com esse tipo de desafio.

Além da validação dos enunciados, foram implementadas melhorias na plataforma, com base nas observações feitas durante a aplicação anterior. As modificações incluíram: inserção de elementos visuais com diferentes cores para facilitar a identificação das fases da atividade; criação de um mecanismo de identificação do usuário que não respondesse o processo validação coletiva das questões, permitindo que os estudantes alertasse o professor-mediador quando um estudante estivesse inativo na sala virtual, e permitindo sua eventual desconexão temporária do grupo.

Além disso, foi implementado mais mensagens automáticas do sistema para reforçar *feedbacks* importantes ao longo do processo, tornando a experiência mais fluida e autônoma e garantido maior fluxo de informações para o processo de análise.

Com as atualizações implementadas e os materiais validados, teve início o segundo e último momento de uso da aplicação MENT3C como instrumento de coleta de dados. Nesta sessão, registou-se uma diminuição no número de

participantes em relação à etapa anterior, com a presença de 19 estudantes. Para evitar que alunos ficassem isolados em grupos muito pequenos, o pesquisador reorganizou a formação dos grupos, desabilitando os grupos 5 e 6⁷ e redistribuindo os estudantes de modo a manter uma média de três a cinco participantes por grupo ativo e realizou um novo sorteio dos apelidos para os estudantes sentirem que houve mudança dos participantes ou retornar ao anonimato se já tivesse sido revelado na participação anterior.

As atividades propostas neste momento estão descritas no Apêndice K. A primeira atividade consistiu na resolução de dois problemas matemáticos que haviam sido elaborados pelos próprios estudantes na oficina anterior, com tempo estimado de 10 minutos para a atividade. Essas questões foram sorteadas aleatoriamente pelo sistema, e os grupos foram convidados a resolver, comentar e atribuir um grau de dificuldade a cada uma delas.

Na sequência, os estudantes foram desafiados com três problemas matemáticos abertos elaborados previamente pelo pesquisador, organizados em ordem crescente de dificuldade. Cada problema dispunha de um tempo programado de dez minutos para resolução, durante o qual os grupos deveriam registrar o maior número possível de estratégias ou respostas, promovendo a fluência de ideias.

A atividade foi encerrada às 10h30, momento em que os estudantes foram liberados para o intervalo, com retorno programado para às 11h00.

3.1.8.5 Encontro 4 parte 2 - Dos questionários e roda de conversa

Após o retorno do intervalo, os estudantes foram convidados a responder dois questionários. O primeiro deles corresponde à segunda aplicação do instrumento apresentado no Apêndice F, com o objetivo de identificar possíveis mudanças na percepção acerca do pensamento crítico e criativo em matemática, após a vivência completa. Em seguida, os estudantes responderam ao questionário de avaliação do produto educacional, localizado no Apêndice G, cujo propósito foi coletar impressões sobre a plataforma MENT3C, quanto à sua usabilidade, funcionalidade e potencial de contribuição para o processo de ensino-aprendizagem.

⁷ Os grupos 5 e 6 foram escolhidos, pois foram os grupos que durante a execução da atividade tinham menos estudantes online.

Como etapa final planejada, foi realizada uma roda de conversa com os participantes da pesquisa. Esse instrumento de coleta de dados, conforme descreve Creswell (2010), consiste em uma estratégia qualitativa que visa explorar e compreender os significados atribuídos por indivíduos ou grupos a um fenômeno social ou humano. No contexto desta pesquisa, a roda de conversa teve como finalidade criar um espaço aberto e acolhedor para que os estudantes compartilhassem suas percepções, experiências e aprendizados ao longo das atividades realizadas. A conversa foi registrada por meio de gravação de áudio, permitindo a posterior análise das falas para captar as impressões — positivas e negativas — dos participantes sobre todo o processo vivido.

Assim, às 12h00 do dia 12/07/2025, concluiu-se oficialmente a intervenção com a finalização da roda de conversa e a consolidação dos dados coletados junto aos estudantes.

3.1.8.6 Encontro 5 - Entrevista com professor da disciplina

O quinto e último encontro da fase de coleta de dados foi realizado no dia 22/07/2025, por meio da plataforma Google Meet, com o professor da disciplina de Matemática regente, que acompanhou o pesquisador durante todo o processo de aplicação. A coleta de dados nesta etapa ocorreu por meio de uma entrevista semiestruturada, conforme o roteiro apresentado no Apêndice D.

O objetivo desse encontro foi colher informações sobre a percepção docente a respeito das atividades desenvolvidas, bem como da utilização da aplicação web MENT3C como recurso pedagógico. A entrevista permitiu registrar considerações sobre o engajamento dos estudantes, os impactos observados nas aulas, as potencialidades e limitações do produto educacional, além de sugestões para melhorias futuras.

Com a realização desse encontro, encerra-se a fase de coleta de dados da pesquisa, que, a partir deste ponto, avança para a etapa final: a análise dos dados obtidos ao longo da investigação.

3.2 Método de análise de dados

A análise dos dados foi concebida como um processo de triangulação metodológica integrando diferentes técnicas analíticas para examinar o fenômeno a partir de múltiplos ângulos. Esta abordagem não busca apenas validar resultados, mas enriquecer a compreensão, permitindo que as fraquezas de um método sejam compensadas pelas forças de outro, em uma busca por uma visão mais próxima da totalidade do objeto.

3.2.1 O Eixo Qualitativo: A Análise de Conteúdo Temático-Categorial

O principal eixo de análise foi qualitativo, utilizando a Análise de Conteúdo na vertente temático-categorial de Bardin (2011). Essa técnica permite uma investigação detalhada e sistemática dos materiais coletados: Diários de Bordo, atividade receita (anexo B), iconográfico (anexo C), atividade celular Marcus (atividade D) às 8 atividades da MENT3C, transcrição da Roda de Conversa e transcrição Entrevista semiestruturada com o Professor da disciplina, em busca de identificar temas, padrões e significados subjacentes aos dados. A análise de conteúdo será conduzida em várias etapas:

3.2.1.1 Pré-Análise

Nesta etapa, os dados coletados formaram o *corpus* da pesquisa e foram organizados e preparados para a análise. Isso inclui a organização dos dados registrados no diário de bordo, codificação dos dados coletados por meio dos questionários, dos dados coletados pelo sistema MENT3C e a transcrição da gravação de áudio da roda de conversa e da entrevista. Todo esse material foi estruturado de forma a possibilitar uma análise sistemática.

3.2.1.2 Codificação e Categorização

Após a pré-análise, o próximo passo envolveu a codificação dos dados. A codificação é o processo de atribuição de Unidades de Registro UC aos segmentos relevantes dos dados. Essas unidades de registro emergem dos dados de maneira indutiva.

Esse processo envolveu a atribuição de unidades de registro a segmentos relevantes identificados durante a análise. Essa abordagem buscou equilibrar a aplicação de uma estrutura teórica informada pelas categorias do Materialismo Histórico Dialético como contradição, por exemplo, com a flexibilidade necessária para reconhecer novas unidades de registro ou categorias que emergem diretamente dos dados.

Essa prática indutiva de codificação permitiu a adaptação e a incorporação de novos temas e padrões que foram descobertos ao longo da investigação, garantindo que a análise se mantenha sensível às nuances dos dados coletados e alinhada com a realidade complexa e dinâmica estudada.

As categorias desenvolvidas durante o processo de codificação foram organizadas em um sistema hierárquico, permitindo a classificação e agrupamento dos dados em categorias mais amplas e específicas. Este sistema de categorização envolve a distinção entre Unidades de Registro(UR), que correspondem a palavras ou frases individuais, e as Unidades de Contexto(UC), que conforme Bardin (2011), têm o propósito de servir como a unidade de compreensão para codificar a unidade de registro, explicando o seu significado dentro de uma situação maior.

Nesta pesquisa, as Unidades de Registro (UR) foram definidas durante o processo de codificação como o segmento de conteúdo elementar, a unidade de base, que serve como fundamento para a codificação e a análise subsequente. A UR corresponde à menor porção do *corpus* — seja uma palavra, uma frase ou uma sentença completa — que expressa um núcleo de sentido isolável e pertinente aos objetivos da investigação. A seleção de cada UR foi, portanto, guiada por sua capacidade de representar uma manifestação concreta de uma das categorias de análise, funcionando como a evidência empírica que ancora a interpretação.

Nesta pesquisa, a constituição das unidades de contexto foi adaptada à complexidade de cada fonte de dados. Para a maior parte do *corpus*, optou-se por um método de contextualização mais elaborado, construindo a unidade de contexto

como um resumo explicativo da situação. Verificou-se que, para dados complexos e interativos como os do diário de bordo, da roda de conversa, da entrevista e, especialmente, da plataforma MENT3C, a simples extração de um trecho seria insuficiente para capturar a totalidade da cena.

O resumo explicativo mostrou-se uma estratégia analítica mais rica, pois permitiu sintetizar e trazer à tona o contexto processual e interativo completo no qual a unidade de registro estava inserida. Uma abordagem mais direta foi utilizada apenas para os dados provenientes dos questionários iniciais de resposta aberta, especificamente a “atividade receita”, o questionário “iconográfico” e a atividade “celular Marcus”. Nesses casos, onde a interação era mais contida, a unidade de contexto foi formada pelo próprio segmento de texto da resposta completa do estudante, pois este, em si, já continha os elementos necessários para a interpretação. Essa flexibilidade metodológica garantiu que cada unidade de registro fosse analisada dentro de um enquadramento contextual fiel à sua origem e complexidade.

Uma vez estabelecidas as regras para a definição das unidades de registro e de contexto, o passo seguinte foi garantir a validade e a confiabilidade do sistema de categorização como um todo. A construção das categorias não foi arbitrária; pelo contrário, buscou-se assegurar sua consistência e rigor metodológico. Para tanto, a elaboração das categorias-tema e das categorias que estruturam esta análise foi guiada por um conjunto de princípios de qualidade consolidados na literatura. Segundo Oliveira (2008), a qualidade do sistema categorial depende do atendimento a um conjunto de características essenciais.

Essas características incluem a exclusividade mútua, pela qual cada unidade de registro deve ser classificável em uma única categoria, evitando sobreposições; a exaustividade, que garante que o sistema seja abrangente o suficiente para classificar todos os dados pertinentes; a homogeneidade, que exige consistência nos critérios de agrupamento dentro de cada categoria; e, por fim, a pertinência e objetividade, que asseguram que as categorias sejam relevantes para a pesquisa e definidas com clareza, permitindo a replicabilidade do estudo.

A aplicação rigorosa desses princípios resultou na construção das categorias de análise, também conhecidas como categorias-tema, que abrangem o conteúdo de maneira ampla e estão diretamente relacionadas aos objetivos da pesquisa. Conforme detalhado na metodologia, as categorias-tema foram construídas a

posteriori, emergindo da análise do *corpus*, e serão apresentadas e discutidas individualmente no capítulo 4.3.

3.2.1.3 Validade e Confiabilidade

Para assegurar a validade e confiabilidade das categorias identificadas durante a análise, foi empregado o programa de computador especializado em análise de conteúdo chamado Atlas.ti. Este *software* é projetado para analisar sistematicamente os dados textuais, permitindo uma categorização com base em algoritmos avançados. A utilização dessa ferramenta tecnológica não só otimiza o processo de categorização, mas também aumenta a objetividade da análise. Os resultados gerados pelo programa foram rigorosamente revisados para assegurar que refletem adequadamente os temas e padrões presentes nos dados. Essa abordagem computadorizada reforça a precisão e a robustez da análise, contribuindo para a confiabilidade dos resultados obtidos.

3.2.1.4 Interpretação e Conclusões

Durante esta fase, os dados codificados e categorizados foram analisados em profundidade. A análise envolveu a identificação de tendências, padrões, conexões e significados subjacentes aos dados. Foram exploradas as percepções, conversas nos chats do sistema, experiências, comentários e resultados dos estudantes em relação às atividades compartilhadas, ao uso da tecnologia e ao desenvolvimento do pensamento crítico e criativo em matemática.

Com base na análise de conteúdo, foram elaboradas interpretações e conclusões. Foi feita uma síntese das descobertas e uma discussão sobre como os dados coletados relacionam-se aos objetivos da pesquisa, valendo-se do referencial bibliográfico para realizar essa interpretação, como o uso do materialismo histórico dialético ou conceitos como os de flexibilidade, fluência e originalidade, por exemplo. Com isso, acredita-se que foi possível identificar algumas potencialidades e limitações das atividades compartilhadas e do uso da aplicação Web no desenvolvimento do pensamento crítico e criativo.

Optamos, de forma intencional, por não detalhar a definição de cada categoria-tema e subcategoria nesta seção metodológica. Da mesma forma,

optamos por utilizar nas unidades de registro o texto como ele foi falado ou escrito, a fim de preservar as falas de todos os participantes da pesquisa com toda a sua carga semântica. Essas decisões se devem ao fato de que as categorias foram construídas a posteriori, emergindo do próprio processo de interpretação e análise dos dados. Entendemos que apresentar a descrição conceitual de cada categoria diretamente no capítulo de análise (seção 4.3.3), seguida imediatamente por sua discussão empírica, criaria uma dinâmica de leitura mais fluida. Acreditamos que essa estrutura, que intercala a definição com a análise, oferece uma compreensão mais completa e contextualizada das categorias que estruturam esta pesquisa.

Portanto, a metodologia de análise de conteúdo de Bardin forneceu, assim, uma estrutura sólida para a interpretação dos dados, possibilitando uma compreensão das percepções e experiências dos estudantes. Contudo, na busca por uma visão da totalidade do fenômeno — impulsionado pelo Materialismo Histórico Dialético —, foi necessário articular essa análise dos significados ao segundo eixo analítico desta pesquisa. Avança-se, portanto, para a abordagem quantitativa, que busca dimensionar e dar contorno aos processos qualitativos aqui descritos, conforme se detalha a seguir.

3.2.2 O Eixo Quantitativo: Análise de Dados Estruturados

Em complemento à análise de conteúdo, que oferece profundidade e compreensão dos significados, o eixo quantitativo da pesquisa foi estruturado para fornecer dados objetivos, métricas de desempenho e padrões mensuráveis sobre o fenômeno investigado. Esta abordagem não se opõe à qualitativa; pelo contrário, dialoga com ela, permitindo a triangulação de dados e a construção de uma visão mais completa e robusta. Por meio de técnicas psicométricas e estatísticas, buscou-se transformar as produções e percepções dos estudantes em dados estruturados, possibilitando análises comparativas e a identificação de tendências que, isoladamente, a análise qualitativa não conseguiria captar. A seguir, detalham-se os três procedimentos que compõem este eixo analítico.

3.2.2.1 Análise dos indicadores da MENT3C

A plataforma MENT3C, além de seu papel como produto educacional e ambiente para a intervenção pedagógica, foi concebida como um instrumento de coleta de dados, gerando de forma automatizada um conjunto de indicadores quantitativos sobre o processo de interação de cada grupo. A análise desses dados constitui uma frente metodológica específica que articula o quantitativo e o qualitativo para uma compreensão.

Na primeira camada de análise, descritiva, os indicadores — como Duração da Atividade, Quantidade de Interações no Chat, Resultados Criados ou Alterados, Número de Discordâncias e Chamados ao Professor — foram organizados em tabelas para fornecer um mapa panorâmico do comportamento dos grupos.

Contudo, em um segundo momento e em consonância com o referencial do MHD, esses dados quantitativos operaram como ponteiros norteadores ou gatilhos para uma investigação qualitativa. Um indicador "frio", como um elevado número de discordâncias, direcionou o olhar do pesquisador para os registros de chat daquele momento específico, permitindo desvendar, pela análise de conteúdo, a real natureza daquela contradição: se era um debate matemático produtivo, uma tensão social ou uma dificuldade técnica.

Dessa forma, a análise dos indicadores da MENT3C não se limitou à simples contagem de eventos; configurou-se como um método que articulou métricas quantitativas com o conteúdo qualitativo dos diálogos, buscando contextualizar dos processos sociocognitivos, entendidos aqui, na perspectiva vygotskiana, como os processos psicológicos superiores (pensamento, linguagem, atenção voluntária, memória lógica) que, diferentemente das funções elementares de origem biológica, têm sua origem e desenvolvimento nas interações sociais e culturais.

O mecanismo fundamental desta constituição social da mente é a *internalização*, pela qual as atividades externas, mediadas por signos e realizadas em colaboração, são reconstruídas internamente. Vygotsky (1991, p. 41) descreve esta “lei geral do desenvolvimento cultural” da seguinte forma:

Todas as funções no desenvolvimento da criança aparecem duas vezes: primeiro, no nível social, e, depois, no nível individual; primeiro, entre pessoas (interpsicológica), e, depois, no interior da criança (intrapsicológica). [...] Todas as funções superiores originam-se das relações reais entre indivíduos humanos.

Portanto, analisar os processos sociocognitivos nesta pesquisa significa investigar como a colaboração entre estudantes, mediada pela linguagem e pela ferramenta MENT3C (instrumentos/signos), possibilita a emergência e a internalização das operações de pensamento crítico e criativo necessárias para as tarefas matemáticas propostas, mediados pela tecnologia.

3.2.2.2 Análise Psicométrica da Criatividade Matemática

Para a análise específica das produções criativas dos estudantes, geradas em tarefas de elaboração e resolução de problemas abertos, adotou-se um método quantitativo de natureza psicométrica. Este procedimento foi aplicado a um conjunto selecionado de instrumentos e atividades que permitiam a mensuração objetiva do pensamento criativo, a saber: o Questionário Iconográfico (Anexo C), o Questionário de Elaboração de Problemas (Anexo E), a atividade de elaboração de problemas na plataforma MENT3C (Atividade 4, Apêndice J) e as atividades de resolução de problemas abertos também na plataforma (Atividades 6, 7 e 8, Apêndice K).

A metodologia de análise teve como base o modelo de avaliação da criatividade matemática de Leikin (2009), com a especificação do esquema de pontuação detalhado por Fonseca (2015) para o contexto de pesquisas brasileiras. O modelo avalia a criatividade a partir de três componentes psicométricos: fluência, flexibilidade e originalidade. O processo de análise para cada uma das atividades mencionadas seguiu três etapas sistemáticas:

Inicialmente, cada produção dos estudantes (expressões numéricas, enunciados de problemas ou estratégias de solução) foi submetida a uma validação para verificar sua adequação matemática e conformidade com as regras da tarefa. Apenas as produções consideradas válidas compuseram o *corpus* para a análise de frequência.

As produções válidas foram analisadas qualitativamente e agrupadas em categorias mutuamente exclusivas, de acordo com a estratégia de solução conceitual empregada. Em seguida, calculou-se a frequência de ocorrência (P) de cada categoria de estratégia em relação ao total de produções válidas para aquela atividade específica. A atribuição de escores para cada produção foi atribuída com base nos três componentes, conforme o esquema de Fonseca (2015). O primeiro

componente, a Fluência (n), corresponde ao número total de soluções ou ideias válidas geradas pelo estudante ou grupo em uma determinada tarefa.

O segundo, a Flexibilidade (Flx_i), foi pontuado para cada solução individual, sendo 10 pontos para a primeira solução ou para qualquer solução que inaugure uma nova categoria de estratégia; 1 ponto para uma solução que utiliza uma estratégia de categoria já utilizada, mas com representação diferente; e 0,1 ponto para uma repetição da mesma estratégia e representação.

Finalmente, a Originalidade (Ori) foi definida pela raridade estatística da estratégia dentro do conjunto de respostas válidas produzidas pelo grupo de participantes nesta pesquisa específica, seguindo a abordagem comum em estudos de criatividade matemática (Leikin, 2009). O objetivo é identificar soluções que se desviam do padrão ou do pensamento mais comum naquele contexto específico. Assim, foram atribuídos diferentes níveis de pontuação conforme a frequência relativa (P) de cada estratégia:

- Alta originalidade (10 pontos): Caracteriza as estratégias únicas, raras ou muito infrequentes ($P < 15\%$). Representam soluções não convencionais ou que destoaram significativamente das abordagens mais comuns utilizadas pelos participantes.
- Média originalidade (1 ponto): Caracteriza as estratégias menos comuns, mas não totalmente únicas ($15\% \leq P < 40\%$). Indicam um certo desvio do pensamento predominante no grupo, mas ainda com alguma recorrência.
- Baixa originalidade ou Convencionais (0,1 ponto): Caracteriza as estratégias mais frequentes, típicas ou esperadas ($P \geq 40\%$). Representam as abordagens padrão ou mais óbvias adotadas pela maioria dos participantes.

O escore final de criatividade por item ($Cr(K)$) foi calculado utilizando a fórmula completa proposta no modelo:

$$Cr(K) = n \left(\sum_{i=1}^n Flx_i \times Ori_i \right) \quad (1)$$

Neste modelo, cada componente desempenha um papel específico na avaliação da criatividade: representa a fluência, quantificando o volume total de

ideias válidas geradas. O somatório $\sum_{i=1}^n$ agrega os escores ponderados de cada uma dessas ideias, onde $Flxi$ é o escore de Flexibilidade da i -ésima solução, valorizando a diversidade de categorias de estratégias, e $Orii$ é o escore de originalidade da mesma solução, que mede sua raridade estatística em relação ao conjunto de respostas do grupo. A multiplicação final pela fluência (n) garante que tanto a quantidade quanto a qualidade (flexibilidade e originalidade) das ideias contribuam para o escore total de criatividade do grupo naquela tarefa.

Esta fórmula foi aplicada integralmente nas atividades que explicitamente incentivavam a geração de múltiplas respostas (fluência), como as do Apêndice K. Para tarefas que solicitavam uma única resposta, como o Questionário Iconográfico (Anexo C), a fórmula foi metodologicamente simplificada para $Cr=10 \times Ori$, uma vez que, por definição, a fluência (n) se torna 1 e a flexibilidade ($Flxi$) se torna 10.

Este método permitiu transformar dados essencialmente qualitativos (as produções dos estudantes) em escores quantitativos, garantindo uma análise objetiva, sistemática e replicável da criatividade matemática manifestada pelos participantes ao longo da intervenção (Leikin, 2009; Fonseca, 2015).

3.2.2.3 Análise das Percepções dos Estudantes

Para complementar a análise qualitativa e obter uma visão sistemática das percepções dos estudantes, os dados coletados por meio do "Questionário Likert de Avaliação do Desenvolvimento do Pensamento Crítico e Criativo em Matemática" (Apêndice F) foram submetidos a um tratamento quantitativo. O instrumento utiliza uma escala tipo Likert de quatro pontos, que, por sua natureza, gera dados de nível de mensuração ordinal. Optou-se por uma escala com número par de pontos para evitar uma opção neutra central, incentivando os respondentes a indicarem uma inclinação, ainda que leve, em direção à concordância ou discordância com cada afirmativa, conforme orientação metodológica adotada nesta pesquisa.

Em dados ordinais, as categorias de resposta possuem uma relação de ordem hierárquica, mas não se pode pressupor que os intervalos entre elas sejam iguais. Diante dessa característica, o uso de estatísticas paramétricas, como a média aritmética, é controverso, pois sua aplicação pressupõe dados de natureza intervalar. Portanto, optou-se por uma técnica descritiva apropriada para dados

ordinais, o método do Ranking Médio.

O método do Ranking Médio (RM) foi adotado com base na proposição de Siegel e Castellan (2006), que o apresenta como uma abordagem adequada para mensurar o grau de concordância em questionários com escalas de atitude. O procedimento consistiu em atribuir um valor numérico a cada categoria de resposta da escala de quatro pontos, sendo: 1 = “Discordo totalmente”; 2 = “Discordo parcialmente”; 3 = “Concordo parcialmente”; e 4 = “Concordo totalmente”. Em seguida, para cada um dos 21 itens do questionário, calculou-se a média ponderada, multiplicando o valor de cada resposta (v_i) pela sua respectiva frequência absoluta (f_i). O Ranking Médio (RM) foi então obtido pela divisão desta soma ponderada pelo número total de respondentes (N) da amostra em questão, conforme a fórmula:

$$RM = \frac{\sum_{i=1}^k (f_i \cdot v_i)}{N} \quad (2)$$

Onde RM é o Ranking Médio, o somatório $\sum_{i=1}^k$ percorre cada uma das k opções de resposta da escala (de $i=1$ até $k=4$). Para cada opção, o valor atribuído a ela (v_i) é multiplicado pela sua frequência absoluta (f_i), ou seja, pelo número de estudantes que a escolheram. A soma desses produtos é, então, dividida pelo número total de respondentes (N), resultando no Ranking Médio daquela afirmativa.

O objetivo da aplicação do Ranking Médio nesta pesquisa é estritamente descritivo e comparativo. A técnica foi utilizada para sumarizar a tendência central das percepções dos estudantes em dois momentos distintos da pesquisa (antes e após a intervenção com a plataforma MENT3C).

O Ranking Médio é então calculado pela média ponderada das respostas, permitindo hierarquizar as percepções dos estudantes em relação a cada afirmativa. Quanto maior o valor do RM, maior o grau de concordância com a declaração que consolidam os Rankings Médios para cada grupo, possibilitando a comparação e a identificação de tendências nas percepções sobre o pensamento crítico e criativo em matemática.

A comparação dos RMs permitiu identificar padrões e mudanças nas percepções do grupo sobre o pensamento crítico, a criatividade, a colaboração e o uso de tecnologia em matemática. Os resultados quantitativos obtidos são interpretados como achados que, triangulados com os dados qualitativos da análise

de conteúdo, enriquecem a compreensão do fenômeno investigado.

3.3.3 A Síntese Dialética: A busca pela compreensão da totalidade

Em síntese, o percurso analítico desta pesquisa se constitui em um movimento dialético contínuo. A combinação da análise de conteúdo qualitativa, da análise psicométrica quantitativa, da análise quantitativa dos indicadores da plataforma e da análise estatística não paramétrica das escalas de percepção não é uma justaposição de técnicas. É uma estratégia de triangulação deliberada, que busca superar algumas das limitações de cada abordagem isolada para construir uma compreensão mais rica, complexa e multifacetada do fenômeno. É por meio desta síntese dialética das análises que se busca alcançar uma visão da totalidade do objeto de pesquisa, na tentativa de cumprir, assim, o foco epistemológico do referencial teórico-metodológico que fundamenta este trabalho.

4 ANÁLISE DOS DADOS - RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo, analisamos o material que coletamos ao longo da pesquisa. Para dar sentido aos dados, nosso percurso se inicia com um retrato da turma participante, pois entendemos que os números e as falas só ganham vida quando conhecemos os sujeitos por trás deles.

Em seguida, a discussão se aprofunda em cinco eixos temáticos que emergiram da nossa investigação e que contam a história desta experiência: o desenvolvimento do Pensamento Crítico e Criativo em Matemática, as dinâmicas de Colaboração, os Elementos da Constituição do Ser Social dos jovens, as tensões da Contradição Dialética e, por fim, o papel do produto educacional MENT3C nesse processo.

Ao longo de cada um desses eixos, vamos articular a análise entre as diferentes fontes — diários de bordo, questionários, registros da plataforma, a roda de conversa e a entrevista com o professor regente de matemática —, sempre à luz do referencial teórico que nos guiou. Buscamos, com isso, ir além da descrição para investigar como a estratégia que propusemos movimentou o pensamento dos estudantes, apontando os avanços, as dificuldades e as contradições que surgiram nesse percurso.

Para garantir a total transparência e rastreabilidade desta análise, é importante notar que o *corpus* de dados brutos das produções dos estudantes (como expressões matemáticas, problemas elaborados e soluções), que serve de base tanto para a análise de conteúdo (seção 4.3) quanto para a análise psicométrica (seção 4.5), está integralmente transcrito e listado nos Apêndices O e P desta dissertação.

4.1 Perfil Socioeconômico, Pedagógico e Étnico-Racial dos Estudantes

Para entender os resultados da nossa análise, primeiro precisamos conhecer os estudantes que participaram da pesquisa. Estamos falando de uma turma do 3º ano do Ensino Médio Integrado em Eletromecânica do IFB Campus Taguatinga, um grupo que, se mostrou heterogêneo, tanto social quanto academicamente, como confirmam os dados do Sistema de Gestão Acadêmico (SGA).

Dos 38 estudantes elegíveis na turma, 33 efetivamente participaram da

pesquisa. A faixa etária do grupo participante mostrou-se relativamente dividida entre 17 anos (45,45% ou 15 alunos) e 18 anos (48,48% ou 16 alunos). A heterogeneidade etária era complementada por alunos de 19 anos (3,03% ou 1 aluno) e 20 anos (3,03% ou 1 aluno).

Essa pluralidade se reflete também na autodeclaração étnico-racial dos 33 participantes, distribuída entre pardos (36,36%), pretos (30,30%) e brancos (33,33%). É relevante notar que, somados, os grupos de pretos e pardos, frequentemente agregados na categoria negros em estudos demográficos brasileiros, constituem dois terços (66,66%) dos participantes, representando a maioria no grupo pesquisado.

A realidade socioeconômica das famílias é outro ponto que varia. A análise da renda familiar per capita em Salários Mínimos (SM) dos 33 participantes revelou uma distribuição concentrada em dois polos: 45,45% (15 alunos) situavam-se na faixa de até 0,5 SM, e 45,45% (15 alunos) possuíam renda de 1,5 SM. Os demais participantes distribuíam-se entre as faixas de 0,5 a 1,0 SM (6,06% ou 2 alunos) e acima de 1,5 SM (3,03% ou 1 aluno, com 4,0 SM).

O tamanho dos núcleos familiares também apresentou diversidade, variando de duas a sete pessoas. A maioria dos estudantes provinha de famílias com 3 pessoas (24,24% ou 8 alunos), 4 pessoas (33,33% ou 11 alunos) ou 5 pessoas (24,24% ou 8 alunos), enquanto famílias menores (2 pessoas, 3,03%) ou maiores (6 pessoas, 9,09%; 7 pessoas, 6,06%) eram menos frequentes no grupo.

Essa variedade de contextos de vida ecoa no percurso escolar. O histórico em Matemática (média do 1º e 2º anos) dos participantes também mostrou um espectro amplo. A maioria dos estudantes (45,45% ou 15 alunos) possuía médias na faixa de aprovação mínima (6,0 a 6,9). Outros 42,42% (14 alunos) apresentavam médias consideradas boas (7,0 a 7,9), e 12,12% (4 alunos) demonstravam alto desempenho (médias de 8,0 a 9,5). Isso já nos indicava que estávamos lidando com diferentes níveis de familiaridade e segurança com a disciplina.

A diversidade do grupo se aprofunda quando olhamos para as necessidades educacionais e condições de saúde registradas entre os 33 participantes. Na turma, 12,12% (4 alunos) possuíam registro de Transtorno do Déficit de Atenção com Hiperatividade (TDAH), 6,06% (2 alunos) no espectro do autismo (TEA), 3,03% (1 aluno) com altas habilidades/superdotação e 3,03% (1 aluno) com baixa visão. Questões de saúde como asma (15,15% ou 5 alunos) e rinite alérgica (21,21% ou 7

alunos) também faziam parte do dia a dia de alguns. Esse cenário, ao mesmo tempo que é um desafio para uma prática pedagógica que queira ser verdadeiramente inclusiva, é também um terreno fértil. A pluralidade de experiências, ritmos e perspectivas era exatamente o que poderia enriquecer as trocas e a colaboração, aspectos centrais do nosso projeto.

Para entender como esses jovens se percebiam no universo da matemática, aplicamos um questionário, pedindo que indicassem com quais das dez características do pensador criativo (Carlton, 1959) eles mais se identificavam. As respostas, que permitiam múltiplas seleções, nos deram um primeiro diagnóstico revelador, como mostra a Figura 2.

Figura 2 - 10 características do pensador criativo

Características do Pensador Criativo em Matemática

Frequência de seleção (baseado em 32 respostas).



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

As três características mais apontadas foram "Buscar conexões entre um problema, proposição, ou conceito..." (53,1%), seguida de perto por "Prazer de comunicar aspectos matemáticos..." (50%) e "Convicção que todo problema tem uma solução" (50%). O fato de "Buscar conexões" e "Prazer de comunicar" figurarem no topo das escolhas (com 53,1% e 50%, respectivamente) sugere que parte significativa dos estudantes valoriza dimensões conectivas e sociais ao pensar sobre a criatividade em matemática. Eles se veem como pessoas que gostam de entender as relações entre as ideias e de conversar sobre elas. A forte crença de que todo problema tem solução (50%), por outro lado, pode tanto indicar otimismo quanto uma visão mais tradicional da matemática, algo que a intervenção buscaria justamente tensionar.

Em um segundo patamar, apareceram a "Persistência em trabalhar com problemas difíceis" (37,5%) e a "Intuição para perceber os resultados" (31,3%), mostrando que parte da turma também valoriza o esforço e o pensamento não-linear.

No entanto, o que realmente acendeu um alerta para a nossa pesquisa estava no final da lista. As características menos escolhidas foram "Elaboração ou percepção de problemas..." (apenas 18,8%) e "Habilidade para realizar várias operações sem despender muito tempo" (15,6%). A baixa identificação com a elaboração de problemas foi um achado central, pois confirmou um dos objetos que constituem a nossa investigação: os estudantes se veem muito mais como resolvidores de problemas prontos do que como criadores de matemática. Isso reforçou a pertinência de uma intervenção focada justamente em atividades de criação. Igualmente notável é a baixa associação entre criatividade e a "rapidez de cálculo" (15,6%).

Esta baixa seleção pode ser interpretada de forma complexa; em vez de ser apenas uma rejeição da ideia de que ser bom em matemática é ser rápido em contas, é possível que os estudantes não associem a criatividade a processos cognitivos de alto nível, como a rápida percepção de padrões ou a fluência em cálculos mentais, que facilitam o processamento de informações.

O perfil que emerge desses dados iniciais, portanto, é o de uma turma diversa, cujas percepções sobre criatividade parecem valorizar mais os aspectos conectivos e sociais do que habilidades como a rapidez de cálculo ou a própria elaboração de problemas. Esta tendência observada — embora baseada em uma

maioria relativa e não em um consenso absoluto — ofereceu um contexto inicial relevante para as atividades compartilhadas já planejadas que propusemos. Ao mesmo tempo, a baixa percepção de si mesmos como elaboradores de problemas reforçou a pertinência da nossa intervenção previamente delineada. Conhecer esse panorama inicial é fundamental para entender as dinâmicas subsequentes, pois a bagagem de cada um, seu contexto e, principalmente, a imagem que têm de si mesmos influenciam diretamente a forma como se engajam e aprendem.

4.2 Percorso Metodológico e Contexto da Turma

No início de maio, durante algumas aulas de Matemática, nos inserimos no grupo como observadores. Esta busca não foi aleatória, mas sim apoiada em um roteiro estruturado para o diário de bordo (APÊNDICE B), que nos orientava a focar em elementos específicos. O roteiro direcionava o olhar do pesquisador para a maneira como eles se envolvem com a matemática, interações com a tecnologia e para manifestações de PCCM, buscando registrar exemplos específicos de quando e como os estudantes demonstraram pensamento crítico (análise, avaliação, síntese de informações) e criatividade. Assim, munidos desse roteiro, buscamos captar o clima da sala, as estratégias do professor, o engajamento dos alunos e as manifestações concretas do PCCM que pudessem surgir no dia a dia.

Nesses primeiros contatos, vimos que o professor da turma costumava conduzir as aulas de forma expositiva, mas sempre buscando o diálogo. Em uma aula sobre Probabilidade, por exemplo, ele não apenas explicava no quadro, mas também se esforçava para conectar os conceitos com o cotidiano dos jovens, fazendo perguntas e incentivando a participação. O professor apresentou empenho em motivar a turma, e em estimular que os alunos justificassem suas respostas em vez de apenas recebê-las prontas.

Embora a base da aula fosse expositiva, o que poderia remeter a uma prática de "educação bancária" (Freire, 1987), a busca intencional pelo diálogo, pela conexão com o cotidiano e pela justificação das respostas sinalizava uma contradição e uma ruptura com a mera deposição de conteúdo. Na perspectiva freireana, ao fazer perguntas e "estimular que os alunos justificassem", o professor abria espaço para o pensar crítico e a problematização, distanciando-se do "pensar ingênuo" (Freire, 1987, p. 47). No âmbito da EPT, que visa à formação integral

(Ramos, 2014), essa tentativa de conectar os conceitos com o cotidiano dialoga com o "trabalho como princípio educativo" (Saviani, 2007), tomando a prática social dos jovens como ponto de partida para a construção do conhecimento científico, movimento central da pedagogia histórico-crítica (Saviani, 2013). Portanto, essa postura docente, ainda que inserida numa estrutura tradicional, revelava um terreno fértil para a intervenção, pois já havia ali uma valorização do diálogo, elemento que nossa pesquisa buscava potencializar através da colaboração e da tecnologia.

Apesar disso, a turma se mostrava dividida. Uma parte acompanhava com interesse, tentando fazer conexões, enquanto outra se dispersava em conversas paralelas ou no celular. Era um desafio manter a atenção de todos, especialmente à tarde, quando o cansaço se apresentava e alguns chegavam a deitar sobre as carteiras. Mesmo assim, percebemos algo importante: até os alunos mais dispersos, quando provocados por uma pergunta direta ou chamados pelo nome, conseguiam participar de forma pertinente. Havia ali um potencial esperando para ser despertado, o que reforçou nossa aposta de que as estratégias certas poderiam fazer a diferença. Com esse cenário em mente, partimos para a intervenção. A aplicação aconteceu em dois momentos.

O primeiro foi em uma manhã de sábado, no dia 17 de maio, no laboratório de informática. Para essa oficina, que chamamos de "Uma grande ideia que cola", contamos com a presença de cerca de 30 estudantes e o apoio de um monitor. A manhã foi dividida em duas partes. Primeiro, tivemos uma conversa interativa sobre pensamento crítico, criatividade e colaboração, explicando como a ferramenta funcionaria. Em paralelo, coletamos dados iniciais com formulários, incluindo um questionário de autoavaliação, a lista de características criativas e uma pergunta aberta sobre qual seria a "receita para ser criativo" em matemática. As respostas logo de cara nos mostraram que muitos não se consideravam criativos na disciplina ou limitavam a criatividade a "achar caminhos diferentes", reforçando a relevância da nossa proposta. Em contrapartida, o reconhecimento da importância do trabalho em grupo foi quase unânime, um ótimo ponto de partida.

Na segunda parte da manhã, a turma mergulhou na plataforma. Usando pseudônimos para garantir a privacidade e organizados em grupos, eles passaram por um rápido tutorial das funcionalidades e partiram para a ação. Primeiro, resolveram dois problemas contextualizados ("Produtividade Solidária" e "Manutenção Preventiva") e, em seguida, enfrentaram o desafio principal: criar um

problema matemático original, com o tema "Arraiá Solidário do IFB". Foi um momento de agitação e engajamento. Os registros do sistema, que serão analisados em detalhe na Seção 4.4, mostraram dinâmicas de grupo variadas.

Essas dinâmicas foram evidenciadas por indicadores quantitativos e qualitativos coletados pela plataforma MENT3C, tais como o tempo de duração da atividade, o número de "Interações no Chat" e o uso da função "Discordâncias". Observou-se, por exemplo, grupos que chegaram a um consenso rápido, apresentando baixo volume de diálogo e poucas discordâncias registradas ; enquanto outros debateram mais, o que se refletiu em um alto número de mensagens no chat e maior uso da ferramenta de discordância. Houve até um caso, identificado através dos relatórios de produção do grupo, de uma resposta incorreta validada inicialmente pelo coletivo, revelando lacunas no pensamento crítico criativo em matemática.

Durante todo o processo, circulamos pela sala para orientar e manter o foco, pois, em meio à colaboração, surgiam também dispersões e uma preferência por conversar presencialmente em vez de usar o chat. Ao final, o sentimento geral era de entusiasmo e realização com aquela experiência diferente do habitual.

Quase dois meses depois, em 12 de julho, tivemos nosso segundo encontro, também em um sábado, com 19 alunos participantes sendo 16 iguais ao primeiro encontro e a ajuda de outro técnico administrativo em educação. Após mais uma rodada de atividades na plataforma, deixamos os computadores de lado e nos sentamos em círculo para uma roda de conversa. Ali, de forma mais livre e espontânea, os estudantes compartilharam suas impressões sobre todo o processo. Seus depoimentos foram importantes e trouxeram uma profundidade que os dados quantitativos sozinhos não conseguiriam captar.

Para completar a coleta de dados, na semana seguinte conversamos com o professor de matemática da turma. Em uma entrevista, ele nos deu sua visão externa e experiente sobre o impacto da intervenção na dinâmica dos alunos.

Ao final, tínhamos em mãos um conjunto robusto de informações, cruzando diferentes olhares: nossas observações, os dados da plataforma, a percepção dos estudantes (nos questionários e na conversa) e a análise do professor. É a partir dessa convergência que vamos, agora, discutir o que encontramos em cada um dos temas que emergiram da pesquisa.

4.3 Análise de Conteúdo dos Dados

A partir dos dados coletados: transcrições de conversas, anotações de campo, respostas de questionários. O desafio era como organizar e dar sentido a tudo isso. Para dar conta da tarefa, seguimos os passos da análise de conteúdo proposta por Bardin (2011). Essa abordagem nos permitiu examinar o material de forma sistemática, buscando os temas e as ideias centrais que apareciam nas falas e nos textos. Para organizar esse processo, que envolveu um grande volume de dados, contamos com o auxílio do *software* Atlas.ti.

A seguir, vamos detalhar como esse percurso aconteceu na prática. Começamos com a pré-análise (4.3.1), que foi o momento de organizar todo o material que tínhamos. Depois, partimos para a codificação e categorização (4.3.2), onde fomos agrupando as ideias até a estrutura da análise tomar forma. Por fim, na interpretação e análise temática (4.3.3), mergulhamos de vez nos achados, discutindo cada categoria em profundidade.

4.3.1 Pré-análise: A Constituição e Preparação do *Corpus*

O primeiro passo foi reunir todo o material coletado: as anotações dos diários de bordo, as respostas dos alunos nos vários questionários (como as "receitas de criatividade" e outros materiais que estão nos anexos), as transcrições completas da roda de conversa com a turma e da entrevista com o professor, e também todos os dados que a plataforma MENT3C registrou, como as conversas no chat e os problemas criados.

Com todo esse material reunido, a tarefa inicial foi fazer uma leitura geral, mais livre, para me familiarizar com o conteúdo e começar a perceber as ideias que mais apareciam. Depois dessa imersão, o trabalho foi organizar e sistematizar tudo isso para deixar o caminho pronto para a próxima etapa no Atlas.ti.

4.3.2 Codificação e Categorização: A Estrutura da Análise de Conteúdo

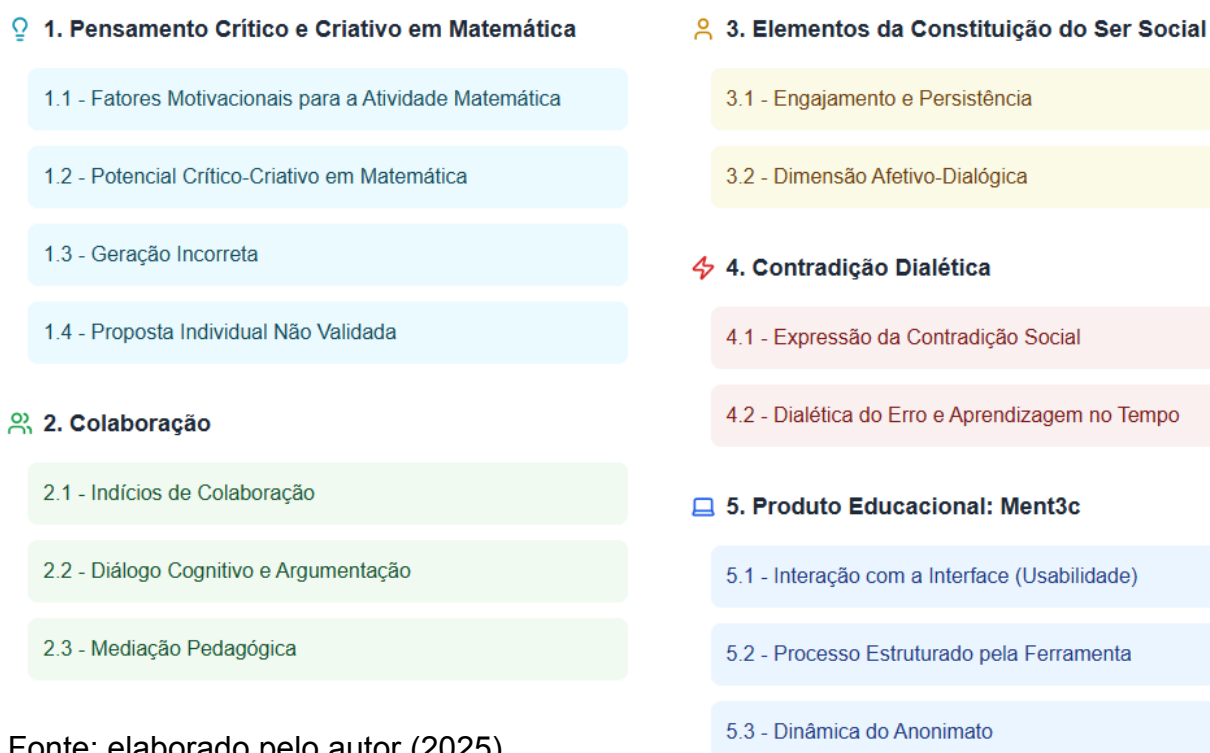
Depois de organizar o material, o passo seguinte foi mergulhar nele para encontrar os grandes temas. Esse processo não partiu de um esquema rígido; pelo contrário, começou de forma bem intuitiva. Ao ler as respostas dos estudantes para

a "receita para ser criativo", por exemplo, começamos a perceber elementos que se repetiam e que podiam ser combinados: falas sobre colaboração, potencial crítico e criativo em matemática, questões de engajamento, força de vontade, coragem, humildade e motivação.

À medida que a leitura e a categorização inicial avançavam, sentimos a necessidade de conectar esses achados com o nosso referencial teórico. Essa articulação foi um processo dialético: o que eu encontrava nos dados nos levava de volta à teoria, e a teoria nos ajudava a enxergar os dados de outra forma. Com isso, o sistema de categorias foi se transformando. Algumas categorias foram desfeitas, novas foram formuladas e, conforme mais trechos do material eram analisados, elas iam ganhando mais corpo e definição. O Atlas.ti foi uma peça fundamental aqui, pois permitiu essa categorização dinâmica, nos dando a flexibilidade para testar, agrupar e reagrupar as ideias.

Durante essa reflexão constante entre os dados e a teoria, fomos testando critérios de inclusão e exclusão para cada categoria, o que nos permitiu revisar todo o material já categorizado de forma mais sistemática. O resultado de todo esse percurso é o esquema final que adotamos, composto por 5 grandes Categorias-Tema e 14 Categorias, como mostra a figura a seguir.

Figura 3 - Esquema de Categorias-Tema e categorias adotados na pesquisa



Fonte: elaborado pelo autor (2025).

Contudo, após essa primeira etapa de codificação, percebeu-se que uma discussão focada em cada uma das 14 subcategorias de forma isolada poderia fragmentar a compreensão dos fenômenos.

Para capturar o movimento e a interação entre os processos, optou-se por aglutinar a análise nas cinco grandes Categorias-Tema. Esta abordagem permite uma interpretação mais holística, onde o Pensamento Crítico e Criativo em Matemática (Categoria 1) são analisados em sua relação direta com as dinâmicas de Colaboração (Categoria 2), as disposições subjetivas dos Elementos da Constituição do ser Social (Categoria 3), as tensões do processo da Contradição Dialética (Categoria 4) e a mediação do Produto Educacional (Categoria 5).

Para dar uma ideia da relevância de cada tema, a Figura 4 mostra a frequência com que cada categoria apareceu nas 923 unidades de registro que analisamos, com as respectivas porcentagens. Esses números nos dão um panorama inicial, e uma visão geral dos temas que mais se destacaram.

Figura 4 - Frequência das Categorias no *Corpus* da Pesquisa

CATEGORIAS	FREQUÊNCIA TOTAL CATEGORIAS	PORCENTAGEM
 1. Pensamento Crítico e Criativo em Matemática	282	30,55%
 2. Cooperação	200	21,67%
 3. Elementos da Constituição do Ser Social	174	18,85%
 4. Contradição dialética	129	13,98%
 5. Produto educacional: Ment3c	138	14,95%
Total	923	100%

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

As categorias-tema "Pensamento Crítico e Criativo em Matemática" (282 ocorrências) e "Elementos da Constituição do Ser Social" (174 ocorrências) foram as

mais presentes, o que sugere que os processos cognitivos e as disposições subjetivas dos estudantes, como o engajamento e o afeto, foram centrais na experiência. Já a "Contradição Dialética" (129 ocorrências), embora menos frequente, aponta para momentos de tensão e ruptura que, para nós, são fundamentais para a aprendizagem. É a análise detalhada de cada um desses temas que faremos a seguir.

4.3.3 Interpretação e Análise Temática

Esta seção é dedicada à etapa final da análise: a interpretação dos dados. Para articular teoria e prática de forma clara, a discussão de cada Categoria seguirá uma estrutura consistente. Iniciaremos com a apresentação do conceito que fundamenta a categoria, a partir do nosso referencial teórico. Em seguida, passaremos à análise interpretativa dos achados, ilustrando a discussão com exemplos concretos extraídos do nosso *corpus* de pesquisa. Com isso, buscamos construir uma interpretação, que triangula as diversas fontes de dados.

4.3.3.1 Categoria 1: Pensamento Crítico e Criativo em Matemática

Esta Categoria, a mais expressiva de toda a pesquisa com 282 ocorrências (30,55% do *corpus* total), foi o epicentro da análise de conteúdo (Bardin, 2011). Ela se propôs a mapear o ciclo de vida completo de uma ideia matemática.

Para delinear o escopo desta categoria, os critérios de inclusão abrangeram todos os registros que apontassem quatro aspectos centrais deste ciclo: (a) a disposição subjetiva para a atividade, como manifestações de atitudes, crenças e motivações (ex: "6 colheres de curiosidade"); (b) o produto cognitivo correto, ou seja, a materialização bem-sucedida do processo em soluções, problemas elaborados ou estratégias matematicamente corretas (ex: "Estudante 13 responde à pergunta sobre o consumo de 40% de 5 bandejas, com o valor correto (18 porções)."); (c) o produto cognitivo incorreto, isto é, as hipóteses, soluções ou problemas que, embora demonstrassem uma tentativa de engajamento, eram matematicamente incorretos (ex: "qual é a porcentagem entre o preço das espigas e da quantidade de energia gasta?"); e (d) proposta individual não validada, especificamente o fenômeno da validação ou rejeição da proposta pelo grupo (ex: UR:"qual é a porcentagem de lucro

se vendermos as 120 espigas de milho por R\$3,50?" UC: "Estudante 3 elabora uma pergunta mais complexa no chat, introduzindo o conceito de "lucro". Mas ao fim da atividade a pergunta não foi validada").

Foram excluídos, e alocados em outras Categorias, os registros puramente organizacionais da colaboração (Categoria 2), as manifestações afetivas ou transgressões sociais (Categorias 3 e 4) e as interações focadas exclusivamente na usabilidade da ferramenta (Categoria 5).

A análise desta Categoria sugere que o pensamento crítico e criativo (PCCM) não se manifestou como um percurso linear, mas como um processo contraditório, marcado pela tensão entre a geração de ideias e sua avaliação crítica. A ignição desse processo residiu nos aspectos motivacionais. Este fundamento subjetivo apareceu de forma explícita nos momentos de reflexão, como na "atividade da receita" (Apêndice O). Ali, os estudantes traduziram conceitos abstratos em metáforas concretas (ex: "6 colheres de curiosidade", "1 xícara de ousadia e alegria", "5 copos de erros e tentativas"), verbalizando o que Paulo Freire (1987) chamaria de sua "leitura de mundo" sobre o ato de criar, e refletem diretamente os pressupostos da própria intervenção, que vê a criatividade como um processo que envolve "coragem de assumir riscos" e "abertura a novas experiências", como defendido na obra de Fonseca e Gontijo (2023, p. 11).

O que se mostrou revelador, contudo, foi a quase total ausência desses termos motivacionais durante o uso da plataforma MENT3C. Isso nos sugere que a motivação pode não ter desaparecido, mas que ela pode ter se transformado. Como nos ajuda a entender a concepção de trabalho educativo de Saviani (2013), a motivação deixou de ser o tema da conversa para se materializar na própria ação coletiva, convertida em energia para a tarefa.

Essa energia motivacional alimentou a categoria com a tensão produtiva entre o potencial crítico e criativo e a falha produtiva. A análise dos registros nos sugere um conflito entre o pensamento divergente (assumir riscos, gerar hipóteses) e o pensamento convergente (criticar, validar).

A escolha por problemas abertos e pela elaboração de problemas, estratégias centrais nos estudos de criatividade em matemática, mostrou-se um terreno fértil, Gontijo et al. (2020) definem a elaboração de problemas como a "atividade em que o indivíduo reconhece problemas [...] e mostra-se capaz de expressá-los de forma elaborada". Nossos dados refletem isso: os estudantes se posicionaram como

autores de matemática (ex: "considerando que a cada 1kWh são custeados valores de 2 canjicas") e não meros reprodutores. Da mesma forma, Gontijo (2007) define problemas abertos como aqueles que exigem a descoberta de um caminho não estruturado. Vimos isso na prática quando os estudantes demonstraram flexibilidade ao articular diferentes campos conceituais (ex: " $0,53+0,47+44$ ") ou explorar soluções não convencionais (ex: " $x=-5$; $y=20$ "), tocando no potencial emancipatório que Saviani (2013) defende para a educação.

A alta frequência de erros, especialmente na Atividade 4 (atividade de elaboração na MENT3C), revela uma dificuldade real dos estudantes no filtro crítico e na modelagem autônoma. As URs revelam falhas de coerência conceitual (ex: "qual é a porcentagem entre o preço das espigas e da quantidade de energia gasta?"), de dados insuficientes (ex: "quanto de energia iríamos gastar...") e de interpretação conceitual (ex: a validação incorreta de "8 motores", onde o cálculo parece ter sido $(25\% - 5\%)$ de 40, revelando uma má interpretação de pontos percentuais). A plataforma, ao tornar o erro público, criou a condição material para o movimento dialético: a validação incorreta dos "8 motores", por exemplo, foi seguida pela intervenção crítica de outro grupo ("ta errado"), ilustrando o potencial da falha produtiva (Frigotto, 2018).

Finalmente, a análise do destino social da ideia (o "filtro" do grupo) revelou a fragilidade desse processo. O fenômeno da proposta individual não validada foi estatisticamente raro (0,54 % em relação às URs totais), sugerindo que os estudantes evitavam o confronto social direto, ou que as rejeições estavam mais ligadas a falhas processuais, como a pressão do "Tempo de validação esgotado" (analisado no Tema 4). A fala do Estudante 4 ("O ponto fraco seria mais o fato de ser algo em grupo. Porque você depende dos outros para validar as questões...") ilustra perfeitamente esse atrito.

De forma muito mais reveladora, a raridade da rejeição contrastou fortemente com a ocorrência da validação de erros. A legitimação de uma resposta com mediana incorreta (Atividade 7, " $5+6+8+10+12+19$ ", cuja mediana é 9 e não 8) é um exemplo claro de que o filtro crítico coletivo falhou. Isso sugere que, em certos momentos, a coesão social ou a pressa se sobrepuseram ao rigor matemático. Em vez de exercerem uma "consciência crítica", os estudantes por vezes operaram em um "pensar ingênuo", para usar os termos de Freire (1987). Esta é uma limitação central da estratégia: a ferramenta pode fornecer o ambiente para a "avaliação de

evidências", como definido por Fonseca e Gontijo (2020a), mas não garante sua aplicação. A "gestão das interações", como aponta Carvalho (2019b), mostrou-se um desafio constante, dependente da maturidade do grupo e da mediação docente.

Portanto, a análise da Categoria 1 sugere que o PCCM, no contexto desta pesquisa, não se manifestou como um atributo estático, mas como um processo dinâmico e contraditório. A estratégia investigada mostrou potencial para criar um ambiente de ação e reflexão coletiva, o que se aproxima do conceito de práxis (Freire, 1987), onde os estudantes foram ativamente mobilizados (aspecto motivacional) e geraram produções válidas (Potencial Crítico-Criativo). Contudo, a análise expôs também limitações claras na capacidade de formulação autônoma (alta geração incorreta, 10,4% das URs totais) e, principalmente, uma falibilidade no filtro crítico coletivo (validação de erros), expondo os desafios inerentes ao "trabalho educativo" (Saviani, 2013).

4.3.3.2 Categoria 2: Colaboração

Esta Categoria, o segundo pilar estruturante da experiência com 200 ocorrências (21,67% do corpus total), desconstruiu a colaboração em seus componentes funcionais, permitindo uma avaliação da saúde interativa dos grupos. O propósito foi analisar as diferentes facetas da interação, desde a organização prática da tarefa até o diálogo que construiu o conhecimento coletivo e as mediações que guiaram o processo.

Para delinear o escopo deste tema, os critérios de inclusão abrangeram todos os registros que apresentassem três aspectos centrais da colaboração: (a) a coordenação procedural, interações focadas na gestão da tarefa ou da plataforma (ex: "bora excluir o pronto 2", "aprova ai"); (b) o diálogo cognitivo e argumentação, interações focadas no conteúdo matemático, na discussão de estratégias, conceitos ou validade de respostas (ex: "pq vc discorda Laplace?"); (c) a mediação pedagógica, as intervenções diretas do pesquisador registradas no sistema (ex: "O resultado 1300 foi excluído por solicitação do professor"). Foram excluídos os registros que representavam apenas o produto cognitivo final (Categoria 1), as manifestações puramente afetivas ou transgressões (Categorias 3 e 4) e as interações sobre usabilidade (Categoria 5).

A análise integrada desta Categoria demonstra que a colaboração foi um

processo dinâmico e multifacetado, cujo equilíbrio entre a organização prática, a construção intelectual e a orientação externa foi fundamental para a práxis educativa. A dinâmica observada pode ser compreendida através de um modelo de colaboração em três camadas interdependentes. A distribuição quantitativa revela a predominância do Diálogo Cognitivo e Argumentação (41% das ocorrências da categoria), seguido de perto pela Mediação Pedagógica (32%) e, servindo como alicerce, pelos Índícios de Colaboração (27%).

Na base, encontramos os aspectos de coordenação procedural (27%). Esses atos, embora aparentemente simples, como mobilizar o grupo (“se manifestem vcs”), negociar papéis (“vc manda ou eu mando?”), coordenar ações na interface (“bora excluir o pronto 2”) ou chamar ao consenso (“ent vamo validar”), representam o “trabalho invisível” da colaboração. Cada uma dessas interações é um ato que se contrapõe ao individualismo e representa uma tentativa de “subverter a cultura da competição” através da “promoção da ajuda mútua”, como questiona Nerio (2019).

São esses atos que, no microcosmos da sala de aula, podem ser interpretados à luz da premissa de Saviani (2013) de que o conhecimento – e, por extensão, a humanidade – é “produzida histórica e coletivamente pelo conjunto dos homens”. A percepção dos próprios estudantes, expressa na Roda de Conversa (Estudante 20: “Ajudou bastante, ainda mais a parte do chat, de poder expressar as opiniões”), corrobora a importância desse alicerce procedimental.

Sobre este alicerce ergueu-se o diálogo cognitivo e a argumentação (41%). A plataforma MENT3C, ao propor tarefas abertas e um espaço de interação, funcionou como catalisadora desse discurso. Aqui, a colaboração tornou-se um motor para o pensamento, aproximando-se do que Freire (1987) define como diálogo crítico, para quem “não há comunicação e sem esta não há verdadeira educação” (Freire, 1987, p. 47). As URs revelam um espectro de interações, desde a solicitação de justificativas (UR: “PQ?”, UC: “Estudante 10 (Isaac Newton) pede uma justificativa para a resposta 30% apresentada pelo colega...”) até a co-construção de estratégias (UR: “será que tem que criar um valor pro dado e pra caixa”, seguida por UR: “talvez pensar o volume ou área do dado comparado com o da caixa.”).

A potência analítica deste aspecto, contudo, transcende sua análise isolada, revelando-se em sua articulação com a Categoria 1. O diálogo cognitivo atuou como o processo mediador central que conectou a disposição motivacional aos resultados cognitivos. A produção de respostas válidas raramente foi um ato individual; foi, na

maioria das vezes, o ponto de chegada de um debate, o que se alinha ao conceito de criatividade compartilhada que, segundo Carvalho (2019b), "ocorre em coletivos nos quais as pessoas reúnem-se [...] contribuindo com o compartilhamento cognitivo e afetivo" (p. 94).

De forma ainda mais central, o diálogo foi central com a geração incorreta (categoria 1). Uma ideia inválida, ao ser proposta, tornava-se objeto de discussão, servindo como a tese que convidava à reflexão crítica (a antítese), conforme a lógica de Frigotto (2018). Quando o diálogo era eficaz (ex: a correção do par (100,50) para (100,-50) no Grupo 2B), o resultado era a superação do erro. Contudo, a análise também revelou a limitação desse processo: quando o diálogo era superficial ou a análise crítica coletiva falhava, o grupo chegava a validar formalmente ideias incorretas, mostrando que a qualidade do diálogo foi o fator determinante para a produção de um conhecimento coletivo mais rigoroso.

Essa dinâmica, contudo, não foi autônoma; ela foi constantemente regulada pela mediação pedagógica (32%). As intervenções diretas do pesquisador foram um elemento central e recorrente, concentradas nos momentos de maior complexidade interativa (Atividades 4 e 5). A mediação atuou como a força externa consciente que garantia o foco no "trabalho educativo" (Saviani, 2013) e buscava qualificar a colaboração. Quando a coordenação procedural falhava, a mediação intervinha (UR: "vamos lá pessoal entrem em consenso", UC: "O pesquisador envia uma mensagem no chat pedindo que o grupo se organize...").

Quando o diálogo cognitivo era superficial ou um dissenso bloqueava o avanço, a intervenção buscava aprofundar a reflexão, emulando o papel do educador freireano que lança perguntas problematizadoras (Freire, 1987) (ex: "explica por que discorda de Diofanto").

Além disso, a mediação foi o principal instrumento para sustentar o Engajamento e Persistência (Categoria 3) e para gerir as complexidades da Dinâmica do Anonimato (Categoria 5). Intervenções como UR: "eae pessoal ja encontraram alguma resposta ?" funcionavam como um estímulo externo para reativar a persistência de grupos inativos. Ao mesmo tempo, o mediador precisava atuar dentro da dinâmica social criada pelo anonimato, como na intervenção "por que voce discorda Émile Borel ?", que respeita o pseudônimo, mas, ao focar em um indivíduo, cumpre o papel de "gerenciar as relações de poder" (Carvalho, 2019b, p. 94) para garantir que o dissenso se tornasse produtivo.

A mediação também interagiu dialeticamente com a estrutura da ferramenta (Categoria 5): ora reforçando suas regras (UR: “George Boole você jogou a questão no chat... use o botão verde Elaborar Questão”), ora sobrepondo-se a elas para superar impasses (UR: “O resultado 7/8 foi validado somente pelo Professor Prof: Danilo.”). Isso demonstra que, embora a tecnologia possa estruturar, a mediação flexível e sensível ao contexto, como descrita por Zabala (1998), continua indispensável. A mediação, portanto, cumpriu o papel docente que Oliveira (2019, p. 70) define como “planejar, participar, instigar as discussões, acompanhar e analisar a construção do conhecimento”.

Em relação ao objetivo da pesquisa, a análise da Categoria 2 revela que a potencialidade da estratégia reside precisamente em sua capacidade de transformar a interação social em um vetor para o PCCM. A estrutura proposta possibilitou um ambiente de ajuda mútua (Nerio, 2019) que por vezes fomentou um diálogo crítico (Freire, 1987), qualificando a construção de conhecimento. As limitações, no entanto, emergiram da própria fragilidade dessa interdependência: a colaboração falhava quando a base organizacional se quebrava, quando o diálogo se tornava superficial (validando erros), ou quando a complexidade da tarefa exigia uma mediação que nem sempre podia ser onipresente. A dependência da validação unânime, por exemplo, expôs como a descoordenação de um único membro podia paralisar o avanço coletivo.

Portanto, a Categoria 2 sugere que o trabalho colaborativo, quando estruturado e mediado, pode ser uma ferramenta para o desenvolvimento do PCCM. Ele não elimina as dificuldades, mas pode criar um contexto social onde os estudantes podem enfrentá-las coletivamente. Os resultados sugerem que a colaboração, nesta pesquisa, pode ter sido o meio pelo qual os estudantes se engajaram na construção coletiva do conhecimento, reforçando a premissa de que a educação é, em sua essência, um ato social e dialógico (Freire, 1987).

4.3.3.3 Categoria 3: Elementos da Constituição do Ser Social

Esta Categoria, fundamentado na Pedagogia Histórico-Crítica, analisou as disposições e atitudes do indivíduo no processo de se constituir como sujeito social e histórico dentro da atividade educativa. Focou nas dimensões subjetivas (engajamento, afeto) que foram a base para a ação e a interação. Foi no processo

histórico e dialético pelo qual o indivíduo biológico se torna humano. Este processo não é natural ou inato, mas uma produção social. Conforme a perspectiva de Saviani (2007, p. 154), "o homem não nasce homem. Ele forma-se homem", essa formação ocorreu na interação com os outros, à medida que ele se apropriou da cultura e do conhecimento que foram "produzida histórica e coletivamente pelo conjunto dos homens" (Saviani, 2013, p. 13).

À luz do Materialismo Histórico-Dialético (MHD), essa constituição não é neutra. Ela é profundamente marcada pelas contradições da sociedade de classes. Assim, o "Ser Social" pode ser constituído de duas formas antagônicas: Como um Ser Alienado: No contexto capitalista, o indivíduo é moldado para atender às necessidades do capital, internalizando a ideologia dominante e aceitando seu papel na estrutura social. Essa é a constituição do ser que se acomoda à realidade normalizada, em uma condição de pensar ingênuo, como aponta Freire (1987).

A educação, neste caso, funciona como um aparelho para a reprodução da força de trabalho e das relações de poder existentes. Como um ser crítico e emancipado através de uma educação libertadora e da práxis, o indivíduo pode desenvolver uma consciência crítica. Ele passa a compreender as forças sociais, históricas e econômicas que o moldam e se torna capaz de agir para a "transformação permanente da realidade, para a permanente humanização dos homens" (Freire, 1987, p. 47).

Estes são elementos da constituição do sujeito que essa pesquisa buscou fomentar, um ser autônomo e capaz de lutar contra a alienação. Portanto, Elementos da Constituição do Ser Social é o campo de batalha onde a Educação Profissional e Tecnológica atua. Ela pode tanto forjar um ser adaptado à lógica do capital quanto fomentar um sujeito crítico, cuja constituição se dá na luta pela própria emancipação e pela transformação social.

Na presente pesquisa, esta Categoria foi registrada em 174 ocorrências (18,85% do *corpus*). Para delinear o escopo desta Categoria, os critérios de inclusão abrangeram todos os registros que apresentassem dois aspectos centrais da subjetividade em ação: (a) o engajamento e persistência, a manifestação da disposição, energia, dedicação e vontade para se envolver no "trabalho educativo" (Saviani) e superar desafios (ex: "vamo amassar geral", "BORA!!", "vamo resolver o problema"); (b) a dimensão afetivo-dialógica, a textura emocional da interação, incluindo manifestações de alegria, frustração, calma ou tensão, que moldam o clima

do grupo e influenciam a comunicação (ex: "gente que confusão", "paia", "deu bom", "MASSA"). Foram excluídos os registros puramente cognitivos (Categoria 1), organizacionais (Categoria 2), transgressões ou conflitos sociais explícitos (Categoria 4) e interações sobre usabilidade (Categoria 5).

A análise desta Categoria revela que a constituição dos estudantes como sujeitos da sua própria aprendizagem é um processo movido tanto pela ação e esforço quanto pelo afeto e pelas relações interpessoais. O aspecto predominante foi o engajamento e persistência, representando 54% das ocorrências desta Categoria. Notavelmente, a maior parte desses registros surgiu na "atividade da receita", onde os estudantes teorizaram sobre a importância do "esforço", "determinação", "persistência", "disciplina" e "não desistência".

Essa convergência ecoa as conclusões de pesquisadores como Carlton (1959), que já identificavam a persistência como uma característica central do pensador criativo, e sugere que os estudantes possuem uma consciência notável sobre uma disposição que, paradoxalmente, é muitas vezes desestimulada por abordagens pedagógicas tradicionais, focadas na "reprodução do conhecimento e na memorização", como criticam Alencar e Fleith (2003, p. 133).

Em contrapartida, durante o uso da MENT3C, essa disposição se tornou implícita, convertendo-se em práxis no sentido freireano (Freire, 1987). Na ação, o engajamento deixou de ser o tema para se tornar a própria ação. Expressões pontuais como UR: "vamos resolver o problema", UC: "Em meio a conversas paralelas, Estudante 19 tenta direcionar o foco do grupo para a resolução da tarefa." (Grupo 2 A, Atividade 1) surgiram como lembretes para manter o foco, mas a persistência manifestou-se principalmente no fluxo contínuo da atividade, capturado em outras Categorias. Como observou o professor entrevistado, a principal diferença da intervenção foi que "os alunos gastaram mais tempo fazendo alguma coisa", colocando-se como atores ativos no processo (Moran, 2021).

Essa postura ativa, embora alinhada a um ideal pedagógico de autonomia (a constituição do "ser social" de Saviani), pode ser interpretada, à luz do nosso referencial teórico, como atendendo também, de forma contraditória, às demandas do próprio capital. Nesse sentido, a análise de Antunes (1999, p. 124) sobre a exigência de um "trabalhador multifuncional" oferece uma lente para compreender essa dinâmica como a expressão contemporânea de uma contradição central já identificada por Marx (1982, p. 556) indicando que, embora a manufatura mutile o

trabalhador, a grande indústria, por sua natureza revolucionária, "impõe o reconhecimento da variação dos trabalhos e, por conseguinte, da maior versatilidade possível do trabalhador, como lei social geral da produção". Dito de outra forma, é possível argumentar que, no contexto da pesquisa, reconhecemos que o engajamento e a autonomia fomentados na pesquisa preparam o estudante para a práxis emancipadora (Freire, 1987), mas, contraditoriamente, também podem prepará-lo para ser uma força de trabalho mais apta e explorável pelo capital.

O engajamento foi, portanto, a ponte que conectou os fatores motivacionais (analisados na Categoria 1) à produção de conhecimento (também na Categoria 1), sendo sustentado pela mediação pedagógica (Categoria 2) em momentos de desânimo (UR: "eae pessoal já encontraram alguma resposta ?", UC: "O pesquisador intervém no chat para engajar o grupo que estava inativo." - Grupo 3 B, Atividade 7).

O outro pilar deste tema foi a dimensão afetivo-dialógica (46% das ocorrências da Categoria). Sua presença em todos os instrumentos de coleta sugere que a gestão das emoções foi um processo contínuo e intrínseco que sustentou a práxis educativa (Freire, 1987). Isso reforça a tese de autores como Carvalho (2019b) e Zabala (1998) de que o afeto não é um evento isolado, mas uma característica constante do aprender colaborativo. O afeto positivo ("UR: divertida") pareceu reforçar a motivação (categoria 1), enquanto o negativo atuou como obstáculo, como a sensação de UR: "cansaço mais generalizado" (UC: "O fato de a aula ocorrer no período da tarde pareceu influenciar o nível de energia da turma; observou-se um cansaço mais generalizado... com alguns estudantes inclusive deitando sobre as carteiras." - Diário de Bordo, Encontro 2) ou a percepção de que a ferramenta era UR: "paia" (UC: "No final da atividade, Estudante 12 usa o chat para expressar sua avaliação negativa sobre a experiência." - Grupo 1 A, Atividade 1), ecoando Alencar e Fleith (2003).

A intersecção com a Colaboração (Categoria 2) e a Contradição Social (Categoria 4) foi particularmente complexa. O compartilhamento afetivo positivo (Carvalho, 2019b), expresso em saudações ("UR: eae tropinha") e elogios ("UR: boa"), foi fundamental para a colaboração. Contudo, o afeto negativo, como a frustração, podia escalar para o conflito interpessoal (analisado na Categoria 4), como visto no Grupo 7A, onde a tensão culminou em ofensas. Nesses momentos, a dimensão afetiva destruiu as bases para o diálogo crítico defendido por Freire (1987,

p. 47), ilustrando como obstáculos culturais e sociais carregados de afeto (D'Ambrosio, 2001) impactam a prática matemática em um espaço escolar que não é socialmente neutro (Paula, 2020).

Assim, a Dimensão Afetivo-Dialógica funcionou como o barômetro do clima de aprendizagem. Os dados sugerem que o "trabalho educativo" (Saviani, 2013) não é um processo puramente cognitivo, mas profundamente humano. Um clima afetivo positivo pareceu ser uma condição necessária, embora não suficiente, para uma colaboração produtiva.

Em diálogo com o objetivo geral da pesquisa, a análise da Categoria 3 expõe uma potencialidade crucial da estratégia: a criação de um ambiente que demanda e valoriza tanto o engajamento na ação quanto um clima afetivo que a sustente. A intervenção pareceu fomentar a constituição de um ser social ativo e colaborativo, alinhando-se a uma perspectiva de educação que visa à autonomia (Freire, 1987).

As limitações, no entanto, emergem da própria complexidade dessa constituição humana. Os dados mostram que o engajamento podia vacilar e que o clima afetivo podia se deteriorar em conflito. Isso revela que a subjetividade dos estudantes, moldada por suas histórias de vida (Ramos, 2014) e que, na perspectiva do Materialismo Histórico-Dialético (MHD), está inserida nas contradições da sociedade de classes, é um fator que a pedagogia pode influenciar, mas não controlar totalmente. O desenvolvimento do PCCM, portanto, não ocorre apenas no plano cognitivo (Categoria 1), mas depende da constituição de um sujeito engajado, persistente e inserido em uma teia de relações afetivas.

4.3.3.4 Categoria-Tema 4: Contradição Dialética

Esta Categoria, com 129 ocorrências (13,98% do *corpus*), representa a aplicação mais direta do referencial do Materialismo Histórico-Dialético (MHD) à análise. Ela agrupa as tensões, os conflitos e os processos de mudança que emergiram da interação. Sob esta ótica, que entende a contradição não como falha lógica, mas como "tensões e conflitos reais e inerentes entre forças ou tendências opostas" que impulsionam o movimento (Netto, 2011, p. 57), os desafios, as rupturas e os erros observados não foram vistos como falhas a serem eliminadas, mas como os próprios motores do desenvolvimento e da aprendizagem.

Para delinear o escopo desta Categoria, os critérios de inclusão abrangeram

todos os registros que evidenciassem duas faces interligadas da contradição no processo educativo: (a) a manifestação das contradições sociais mais amplas dentro do espaço escolar, como atos de transgressão, humor crítico, ironia, referências à cultura externa ou conflitos interpessoais que refletissem tensões de classe, poder ou cultura (ex: "SALVE O CORINTHIANS", "Vender o rim", "tu e a escoria do grupo"); e (b) as contradições inerentes ao próprio processo de aprendizagem, como a tensão entre erro e acerto, a metacognição sobre a falha como parte de um processo temporal, e o conflito entre o tempo subjetivo da reflexão e o tempo objetivo da instituição (ex: "aprender com os erros", "era pra validar nao ó kkk", "Tempo de validação esgotado"). Foram excluídos os registros que representassem apenas a frustração sem tom transgressor (Categoria 3), ideias matemáticas "fora da caixa" mas pertinentes à tarefa (Categoria 1), ou interações puramente organizacionais (Categoria 2).

A análise desta Categoria confirma sua centralidade como lente interpretativa, revelando as duas faces indissociáveis do fenômeno educativo na perspectiva do MHD. A primeira face expõe como as contradições do mundo social mais amplo invadem o espaço escolar. A sala de aula não é um espaço socialmente neutro, mas um campo permeado pelas tensões e pela cultura do mundo exterior. Manifestações como a resistência lúdica (UR: "é 1 libertadores mais 3 munidais ?", UC: "...Estudante 5... faz uma brincadeira sobre futebol.") ou a afirmação de identidades culturais alheias à norma escolar (UR: "bullying", UC: "1L de bullying, 1 xícara de ousadia e alegria...") representam a introdução do universo simbólico dos estudantes, trazendo sua "leitura de mundo", como diria Freire (1987), para o centro da interação.

Contudo, essa contradição social também se manifestou em sua forma mais aguda: a violência verbal e o conflito interpessoal (UR: "eu discordo da sua capacidade de estar no ensino médio", UC: "A interação se deteriora para um ataque pessoal..."; UR: "tu e a escoria do grupo" [...] UR: "tu da muito é esse seu rabo"). Esses momentos podem ser vistos como a expressão das "relações assimétricas de poder" (Carvalho, 2019b, p. 94) que a sociedade capitalista, individualista e competitiva, engendra, demonstrando que a proposta de "subverter a cultura da competição" (Nerio, 2019, p. 11) é uma luta constante.

De forma reveladora, o humor crítico ("Vender o rim") expõe a consciência dos estudantes sobre sua própria realidade material, ecoando a análise de Antunes

(1999) sobre as estratégias de sobrevivência impostas pela precarização. A crítica voltou-se também para o sistema educacional (UR: “Nem todo mundo tem domínio sobre a escrita”), expondo a dualidade histórica apontada por Saviani (2007). Essa expressão da contradição social não é um ruído, mas a própria manifestação da realidade com a qual o “trabalho educativo” (Saviani, 2013) precisa dialogar.

A segunda face desta Categoria ilumina as contradições inerentes ao próprio ato de aprender. A reflexão sobre o erro como motor da aprendizagem, teorizada pelos estudantes na “atividade da receita” (URs como “paciencia”, “aprender com os erros”), foi observada na MENT3C. A plataforma, ao registrar e tornar visíveis as propostas e correções, potencializou a metacognição. A fala do Estudante 8 (UR: “o meu tinha dado 16 [...] tinha esquecido de adicionar o 5 percentual”, UC: “Estudante 8 explica a origem do seu erro... demonstrando reflexão sobre sua própria falha...”) é um exemplo claro de como o erro deixa de ser um fracasso para se tornar ponto de partida para o pensar crítico (Freire, 1987). A correção do par inválido “(100,50)” para “(100,-50)” no Grupo 2B (UC: “...Diofanto percebe seu erro e propõe a correção..., mostrando aprendizado a partir do erro”) ilustra a “nova síntese no plano do conhecimento e da ação” (Frigotto, 2018, p. 77) que emerge da contradição. A ferramenta, assim, criou condições para a falha produtiva, ressignificando o erro como parte dialética do processo (*ibidem*).

Outra contradição interna ao processo foi a tensão temporal. A recorrente UR: “Tempo de validação esgotado” pode ser interpretada não como uma mera falha processual, mas como a expressão do conflito entre o tempo subjetivo necessário para o diálogo e a deliberação colaborativa e o tempo objetivo e cronometrado imposto pela ferramenta (e pela estrutura escolar). A fala do Estudante 4 sobre a “dependência dos outros” para validar verbaliza essa tensão, que reflete como a lógica de produtividade do mundo do trabalho (Antunes, 1999) pode se sobrepor aos ritmos da aprendizagem autêntica.

Em relação ao objetivo geral da pesquisa, a análise da Categoria 4 expõe de forma contundente as potencialidades e limitações da estratégia. A potencialidade mais significativa foi a capacidade da intervenção de transformar a contradição em um objeto de análise e, por vezes, de superação. A MENT3C, ao registrar e tornar visíveis os erros e os processos de correção, criou as condições materiais para a falha produtiva (Frigotto, 2018). A metacognição sobre o erro passou a ser também um ato coletivo, um momento para o exercício do pensar crítico (Freire, 1987). A

ferramenta, portanto, não eliminou os erros, mas os ressignificou como parte dialética e necessária do trabalho educativo (Saviani, 2013). As limitações, no entanto, emergem da força dessas mesmas contradições. As Expressões da Contradição Social (conflitos, desengajamento) sugerem que a estratégia pedagógica não opera em um vácuo. À luz do MHD, a persistência dessas tensões indica que ela não pode apagar as marcas da sociedade de classes (Marx, 1982). Da mesma forma, a contradição temporal (“Tempo de validação esgotado”) revelou como a estrutura rígida do tempo escolar pode limitar o tempo subjetivo necessário para a reflexão e o diálogo.

Dessa forma, a Categoria 4 sugere que o desenvolvimento do PCCM é um processo inerentemente contraditório. A estratégia investigada mostrou-se potente não por criar um ambiente livre de tensões, mas por criar um ambiente onde essas tensões — sociais e cognitivas — puderam se manifestar, ser debatidas e, em momentos cruciais, impulsionar a aprendizagem. A pesquisa, portanto, não encontrou um método para eliminar as contradições, mas sim um caminho para trabalhar pedagogicamente com elas, o que constitui a essência de uma práxis educativa fundamentada na dialética.

4.3.3.5 Categoria-Tema 5: Produto Educacional: MENT3C

Esta Categoria, com 138 ocorrências (14,95% do *corpus*), analisa a plataforma MENT3C não como um pano de fundo neutro, mas como um agente de mediação tecnológica. Adotando uma visão sociomaterial, tratamos a ferramenta como um agente ativo que molda, restringe e possibilita a experiência e a prática dos estudantes. O foco está em como o design, as funcionalidades e as regras da ferramenta influenciaram a cognição (Categoria 1), a colaboração (Categoria 2) e as dinâmicas sociais (Categorias 3 e 4).

Para delinear o escopo desta Categoria, os critérios de inclusão abrangeram todos os registros que apresentassem três aspectos interligados da interação com a plataforma: (a) a interação com a interface (usabilidade), focada no atrito ou fluidez entre o sujeito e o objeto tecnológico (ex: "difícil pra pega", "o site ajusta as repostas em ordem numerica"); (b) o processo estruturado pela ferramenta, ou seja, as interações que são consequência direta das regras e arquitetura da MENT3C (ex: "para de discordar", "VAMOS VALIDAR"); (c) a dinâmica do anonimato, as reações à

funcionalidade de pseudônimos e seu impacto percebido (ex: "quem sao vcs", "Eu acho que a questão do anonimato ajudou muito..."). Foram excluídos os registros que focassem apenas no conteúdo matemático (Categoria 1), na organização da colaboração que poderia ocorrer sem a ferramenta (Categoria 2), nas emoções gerais (Categoria 3) ou nos conflitos sociais não diretamente ligados à funcionalidade (Categoria 4).

A análise desta Categoria revela a complexa relação entre o design tecnológico e a práxis pedagógica. O primeiro aspecto notável foi a interação com a interface (usabilidade). Os dados mostraram uma clara curva de aprendizagem: um atrito inicial, concentrado na Atividade 1 (o tutorial), onde surgiram manifestações de dificuldade (UR: "difícil pra pega", UC: "Estudante 21... comenta no chat que achou a ferramenta difícil de entender ou usar.") e frustração (UR: "paia"; UR: "gente que confusão"). Essa confusão inicial chegou a impactar o processo cognitivo, levando a usos inadequados da ferramenta (UR: "E pra excluir o oi tmb?", UC: "Uma estudante... utiliza a função de criar resultado... para fazer uma pergunta..."). Isso evidencia como a carga cognitiva imposta pela aprendizagem do software pode, inicialmente, desviar recursos da tarefa principal, uma tensão inerente ao uso de TICs (Almeida; Valente, 2022).

Contudo, esse atrito diminuiu drasticamente nas atividades seguintes, indicando adaptação. A própria superação do obstáculo, como na constatação (UR: "o site ajusta as repostas em ordem numerica"), tornou-se parte do aprendizado. A reflexão posterior dos estudantes (ex: crítica às notificações intrusivas, UR: "toda hora que pedia para validar, estava atrapalhando...") demonstra uma apropriação crítica da ferramenta, alinhando-se a uma pesquisa que busca o diálogo teoria-prática (Valente, 2023).

O aspecto mais proeminente da Categoria foi o processo estruturado pela ferramenta (63% das ocorrências do tema). A MENT3C não foi um pano de fundo neutro, mas um agente ativo cujas regras e fluxos de trabalho (criar, validar, comentar) impuseram uma nova lógica à colaboração, funcionando como uma "rede interconectada" em microescala, para usar a expressão de Castells (1999). A regra da validação unânime foi o principal mecanismo estruturante. A recorrência de URs como "vamos validar" ou "O resultado [...] foi validado pelos usuários online do grupo..." mostra que os estudantes internalizaram essa regra. Isso pode ser visto como uma potencialidade, pois forçou os grupos a buscarem ativamente o

consenso, evitando a sobreposição de vozes dominantes (Carvalho, 2019a) e incentivando a negociação conforme Teles (2015) como uma dimensão essencial para a aprendizagem colaborativa online, o processo pelo qual os participantes constroem entendimentos compartilhados e argumentam sobre soluções.

Na MENT3C, contudo, essa negociação não é apenas uma possibilidade, mas uma necessidade imposta pela regra da unanimidade. Essa mesma rigidez revelou suas limitações. A regra da unanimidade deu grande poder à discordância (UR: “Alan Turing discorda dessa EXCLUSÃO.”, UC: “...a plataforma registrou a discordância de Estudante 14...”), podendo levar a impasses e frustração (UR: “para de discordar”, UC: “Em resposta a uma longa sequência de discordâncias... Estudante 15... pede no chat que ele pare.”).

A ferramenta, ao estruturar o processo, tornou a “gestão das relações de poder” (Carvalho, 2019b) um desafio explícito. Essa tensão reflete a visão de Antunes (1999) de que a tecnologia opera dentro das contradições sociais. Por outro lado, a estrutura também viabilizou processos de aprendizagem a partir do erro, como no Grupo 2B, onde a correção de “(100,50)” para “(100,-50)” foi impulsionada pelo fluxo da plataforma, corroborando pesquisas sobre o uso pedagógico focado da tecnologia (Pereira, 2019; Amorim, 2016).

Finalmente, a dinâmica do anonimato ofereceu *insights* qualitativos relevantes. A curiosidade inicial (URs como “quem sao vcs”; “quem e Arquimedes? fala o nome”) deu lugar a uma percepção majoritariamente positiva do seu efeito. A fala do Estudante 29 (UR: “Eu acho que a questão do anonimato ajudou muito, porque tem pessoas que preferem não discutir com medo do julgamento”) e de outros (Estudante 28: UR: “a pessoa se sente mais à vontade para responder sem julgamento”) valida a hipótese de que o anonimato pode mediar as relações de poder (Carvalho, 2019b) e criar condições para um diálogo mais autêntico (Freire, 1987), contrapondo a reprodução de privilégios (Saviani, 2013). A análise dialética, porém, revela a contradição: o mesmo anonimato que protegeu o tímido pode ter encorajado a transgressão (analisada na Categoria 4), como nas ofensas graves (UR: “tu da muito é esse seu rabo”) ocorridas sob pseudônimos. Isso evidencia que a ferramenta não elimina as contradições sociais (Ramos, 2014) e ilustra a ambivalência da “sociedade em rede” (Castells, 1999), exigindo mediação constante.

Em relação ao objetivo geral da pesquisa, a análise da Categoria 5 expõe as potencialidades e limitações do uso da aplicação web. As potencialidades

manifestaram-se na capacidade da ferramenta de (a) estruturar a colaboração através de regras que incentivaram o consenso e a formalização do raciocínio; e (b) reconfigurar as dinâmicas sociais através do anonimato, criando um ambiente percebido como mais seguro para a participação.

As limitações emergiram (a) da rigidez do processo estruturado, especialmente a regra da unanimidade, que gerou impasses; (b) da curva de aprendizagem inicial da interface, que impôs carga cognitiva; e (c) da faceta contraditória do anonimato, que pode ter facilitado transgressões.

A MENT3C funcionou, portanto, como uma ferramenta dialética: um ambiente que, como sugerem Bacich e Moran (2018), pode ser "libertador", mas que, ao mesmo tempo, torna visíveis as contradições do aprender, das relações sociais e da interação homem-máquina. A tecnologia não substitui a necessidade de uma pedagogia crítica; pelo contrário, como reafirma Oliveira (2019), ela torna a mediação humana consciente ainda mais indispensável na práxis educativa.

4.3.3.6 Conclusões da Análise de Conteúdo Temático-Categorial

Ao final deste percurso analítico, a articulação das cinco Categorias-Tema nos permite traçar um panorama complexo da experiência educativa. A análise de conteúdo, fundamentada no Materialismo Histórico-Dialético, buscou-se ir além de uma simples classificação dos fenômenos, buscando interpretar suas dinâmicas e contradições. Esta seção final busca amarrar as conclusões parciais e sintetizar os achados em resposta ao objetivo central da pesquisa: investigar as potencialidades e limitações de atividades compartilhadas de elaboração e resolução de problemas por meio da criação e uso de uma aplicação Web para o desenvolvimento do pensamento crítico e criativo em matemática.

A análise integrada das categorias revela que a principal potencialidade da intervenção foi a sua capacidade de instaurar um ambiente de ação e reflexão coletiva que se aproxima do conceito de práxis educativa (Freire, 1987), no sentido freireano. O percurso dos estudantes não foi linear, mas dialético: partiu dos fatores motivacionais e do engajamento como base subjetiva, que se converteu em ação coletiva por meio da colaboração.

Esta, por sua vez, não foi um ato espontâneo, mas um processo estruturado pela organização procedural, pela argumentação e pela mediação pedagógica,

transformando a interação social em um motor para o pensamento. O resultado foi um intenso embate entre a geração de ideias incorretas e o potencial crítico-criativo em matemática, o que sugere que a aprendizagem se deu no esforço para superar o erro e alcançar uma nova síntese, como aponta Frigotto (2018).

Nesse contexto, a MENT3C não foi um mero repositório de tarefas, mas um agente que moldou ativamente as interações. Suas regras e funcionalidades, como o anonimato, estruturaram a colaboração e reconfiguraram as relações de poder, criando um ambiente percebido como mais seguro para assumir riscos intelectuais — condição essencial para a criatividade, como discute Carvalho (2019b). A ferramenta, portanto, criou as condições para que a dialética do erro pudesse se tornar um evento de aprendizagem visível e coletivo, ressignificando a falha como parte necessária do trabalho educativo, na perspectiva de Saviani (2013).

Entretanto, as limitações da estratégia emergem das mesmas contradições que a impulsionaram. A análise mostrou que o filtro crítico coletivo era falível, por vezes validando ideias incorretas em detrimento do rigor. Isso demonstra que a colaboração, por si só, não é garantia de criticidade e que a dinâmica colaborativa se mostrou frágil, dependente de uma complexa articulação entre a qualidade do diálogo, a gestão do tempo e a mediação do professor.

De forma mais profunda, a pesquisa reforçou a premissa de que a sala de aula não é um espaço isolado da sociedade. As expressões de contradição social — como conflitos interpessoais — mostraram que a estratégia pedagógica opera sobre um terreno moldado pelas tensões de classe (Marx, 1982; Ramos, 2014). Da mesma forma, a rigidez do tempo escolar, manifestada na recorrente falha por tempo esgotado, expôs o choque entre a temporalidade da instituição e o tempo subjetivo necessário para a reflexão. A tecnologia apresentou barreiras, reiterando que a mediação humana consciente (Oliveira, 2019) permanece insubstituível.

Portanto, a análise qualitativa sugere que a estratégia foi em alguma medida potente não por criar um ambiente livre de tensões, mas por estabelecer um ambiente pedagógico onde as contradições — cognitivas, sociais e tecnológicas — puderam se manifestar e, em momentos cruciais, impulsionar a aprendizagem. O desenvolvimento do pensamento crítico e criativo, não se revelou como a aquisição de uma competência estática, mas como a participação em um processo inerentemente contraditório e dialético.

Este mapa qualitativo, com suas nuances e interconexões, fornece agora a base para a próxima etapa. A análise quantitativa dos indicadores da MENT3C, das produções matemáticas e das percepções dos estudantes, que será detalhada nas seções 4.4 e 4.5, não ocorrerá em um vácuo interpretativo. Pelo contrário, será permeada e iluminada pela compreensão da práxis, da colaboração e das contradições que esta análise de conteúdo trouxe à luz, buscando dimensionar os fenômenos aqui descritos e aprofundar a resposta à nossa pergunta de pesquisa.

4.4 Análise Integrada dos Indicadores da MENT3C

Após a análise de conteúdo (Seção 4.3), que estabeleceu os principais eixos interpretativos da pesquisa (ex: Contradição Dialética, Colaboração, etc.), esta seção (4.4) retoma as atividades da intervenção (Atividade 1 a 8) de forma cronológica. O objetivo aqui não é repetir a análise, mas realizar uma análise integrada dos indicadores gerados pela plataforma MENT3C.

Os dados numéricos foram tratados como indicadores que nos ajudaram a quantificar e aprofundar a compreensão das dinâmicas sociocognitivas que discutimos na seção anterior. Sob a perspectiva do Materialismo Histórico-Dialético, os números sobre interações e tempo foram vistos como a expressão quantitativa das contradições e dos processos de aprendizagem que ocorreram na prática.

Analizamos cada atividade individualmente, cruzando os dados da figura com indicadores de cada grupo com as unidades de registro e as categorias temáticas correspondentes. Um alto número de "Discordâncias", por exemplo, nos levou a revisar o chat daquele grupo para entender se se tratou de um diálogo cognitivo produtivo (2.2) ou de uma dificuldade de interação com a interface. Da mesma forma, um baixo número de "Resultados Criados" pôde ser explicado por um maior tempo sem mensagens, indicando uma possível falta de engajamento.

A proposta, portanto, foi tecer uma análise que articula-se o "quanto" com o "como" e o "porquê", movendo-nos da aparência dos números para a essência dos processos que eles representam, a fim de aprofundar a compreensão sobre as potencialidades e limitações da estratégia investigada.

4.4.1 Análise da Atividade 1: O Tutorial

A Atividade 1 foi concebida como um tutorial estruturado, uma resposta às dificuldades observadas na aplicação piloto do sistema. Seu propósito, dentro da sequência didática (Zabala, 1998), guiar os estudantes a experimentarem de forma controlada cada funcionalidade da MENT3C antes de enfrentarem os problemas matemáticos. O enunciado pedia explicitamente para criar, excluir, alterar e até mesmo usar a função de validação negativa. Portanto, a ocorrência desses indicadores era, em parte, esperada e sinalizaria o cumprimento da tarefa. Contudo, a análise revela que, mesmo com um roteiro, a experiência dos grupos foi heterogênea, expondo diferentes estratégias para lidar com o atrito inicial com a ferramenta.

Figura 5 - Comparativo de Indicadores de Interação por Grupo na Atividade 1

INDICADOR	GRUPO 1 A	GRUPO 2 A	GRUPO 3 A	GRUPO 4 A	GRUPO 5 A	GRUPO 6 A	GRUPO 7 A
Duração Executada	00:05:08	00:04:51	00:07:55	00:05:24	00:07:52	00:09:35	00:04:23
Interações no Chat	2	8	1	4	1	29	4
Resultados Criados	1	1	3	1	2	1	2
Resultados Excluídos	0	0	2	0	1	0	1
Resultados Alterados	0	1	0	0	0	0	0
Discordâncias	1	0	8	0	6	7	1
Maior Tempo s/ Msg	00:01:59	00:01:21	00:06:06	00:02:45	00:06:31	00:01:59	00:01:07
Chamados ao Professor	0	0	0	0	0	0	0
Finalizou a Atividade?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Média da Dificuldade	3.75	2.25	5.00	4.25	2.33	2.40	3.50

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos relatórios da plataforma MENT3C, 2025.

A análise comparativa dos indicadores revela padrões de interação distintos entre os grupos. O Grupo 6A, por exemplo, embora tenha levado mais tempo para concluir a tarefa (00:09:35) e registrado um número considerável de discordâncias (7), destacou-se pelo volume de Interações no Chat (29). A análise qualitativa dessas mensagens mostra um diálogo cognitivo focado em decifrar a ferramenta, com URs como "o site ajusta as repostas em ordem numerica" e "era pra validar nao

ó kkk". Este padrão sugere que o grupo mobilizou a comunicação como principal ferramenta para navegar no caos inicial, transformando o atrito em um processo de aprendizado coletivo. O resultado dessa estratégia é visível em sua baixa percepção de dificuldade (2.40 - "fácil"), indicando que a ajuda mútua (Nerio, 2019) foi uma tática eficaz.

Em oposição direta, o Grupo 3A apresentou um padrão de ações desarticuladas com ausência de diálogo. O grupo registrou a maior percepção de dificuldade (5,00 - muito difícil), o que se explica pela combinação de seus indicadores: um número elevado de Discordâncias (8), múltiplas ações de criação e exclusão, e apenas 1 interação no chat em meio a um longo silêncio de mais de 6 minutos. Os números pintam o quadro de um grupo que agia na plataforma sem se comunicar, o que gerou um impasse e uma sobrecarga cognitiva que impediu a autonomia (Bacich; Moran, 2018).

Um terceiro padrão pode ser observado no Grupo 4A. Com pouquíssima atividade nos indicadores de ação (0 discordâncias, 4 mensagens no chat), sua alta percepção de dificuldade (4,25 - difícil) é notável. Este cenário sugere que a falta de comunicação impediu que as dificuldades individuais fossem socializadas e resolvidas coletivamente, agravando a sensação de desafio e dificultando o engajamento no trabalho educativo (Saviani, 2013).

Finalmente, a análise do Grupo 7A (dificuldade 3.50 - "difícil") reitera como os indicadores quantitativos ganham sentido à luz da análise qualitativa. Seus números moderados de interação não revelam a qualidade dessas trocas, que foram marcadas por ofensas, uma Expressão da Contradição Social (Categoria 3). Aqui, o atrito com a ferramenta parece ter catalisado um conflito social, tornando a experiência duplamente desafiadora. Este episódio ilustra como a manutenção de um "clima de confiança mútua", condição para a criatividade compartilhada (Carvalho, 2019b), é um desafio constante e suscetível a rupturas, reforçando a ideia de que a escola não é uma instituição socialmente neutra (Paula, 2020).

Dessa forma, a análise integrada dos indicadores da Atividade 1 demonstra que a experiência do tutorial foi heterogênea e determinada pela qualidade da colaboração. Os dados validam a premissa de que a implementação de tecnologias na educação é um desafio sociotécnico: a ferramenta, por si só, não determina o resultado. A capacidade dos estudantes de se comunicarem e colaborarem diante do obstáculo tecnológico foi o fator decisivo que diferenciou uma experiência de

aprendizado percebida como "fácil" de uma experiência de frustração e paralisia.

4.4.2 Análise da Atividade 2: A Transição para o Conteúdo Matemático

A Atividade 2 marcou a transição da familiarização procedural para a aplicação cognitiva, apresentando aos estudantes o primeiro problema matemático da sequência: uma questão fechada sobre porcentagem. Sendo um conteúdo já conhecido pela turma, a tarefa foi projetada para ter um baixo nível de dificuldade intrínseca, permitindo que o foco da análise recaísse sobre como os grupos mobilizariam as funcionalidades da MENT3C para construir e validar uma solução matemática. Os indicadores, em conjunto com a análise qualitativa, revelam que, mesmo em um problema simples, emergiram processos colaborativos complexos e distintos.

Figura 6 - Comparativo de Indicadores de Interação por Grupo na Atividade 2

INDICADOR	GRUPO 1 A	GRUPO 2 A	GRUPO 3 A	GRUPO 4 A	GRUPO 5 A	GRUPO 6 A	GRUPO 7 A
Duração Executada	00:05:08	00:04:51	00:07:55	00:05:24	00:07:52	00:09:35	00:04:23
Interações no Chat	2	8	1	4	1	29	4
Resultados Criados	1	1	3	1	2	1	2
Resultados Excluídos	0	0	2	0	1	0	1
Resultados Alterados	0	1	0	0	0	0	0
Discordâncias	1	0	8	0	6	7	1
Maior Tempo s/ Msg	00:01:59	00:01:21	00:06:06	00:02:45	00:06:31	00:01:59	00:01:07
Chamados ao Professor	0	0	0	0	0	0	0
Finalizou a Atividade?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Média da Dificuldade	1.25	3.00	2.25	2.00	2.25	2.75	1.67

Fonte: Elaborado com base nos relatórios da plataforma MENT3C (2025).

A baixa média da dificuldade na maioria dos grupos (com cinco dos sete grupos avaliando a atividade entre "muito fácil" e "fácil") confirma que o desafio cognitivo foi acessível. Isso permitiu que as dinâmicas de colaboração e os processos de validação do conhecimento viessem à tona. Os indicadores revelam que os grupos alcançaram a mesma solução correta por caminhos muito diferentes.

O Grupo 6A novamente se destaca pelo alto volume de interações no chat (29). A análise do *corpus* mostra um diálogo cognitivo e argumentação, com URs como "alguem entendeu?", a proposição de uma estratégia ("18->x 60->100"), a contestação ("falso") e a justificação ("e porcentagem"). O diálogo foi permeado por momentos de expressão da contradição social, com brincadeiras sobre futebol, mas o grupo demonstrou capacidade de autorregulação e foco. Este intenso processo de negociação de significados, que materializa a premissa de Freire (1987) de que a educação se faz no diálogo, resultou no registro da resposta final como "0,30 OU 30%". Essa apresentação dual da resposta pode ser vista como uma manifestação inicial de flexibilidade (um componente do PCCM), mesmo em um problema de natureza fechada.

O Grupo 3A, por outro lado, vivenciou um processo marcado pela dialética do erro e aprendizagem no tempo. Com pouquíssima comunicação verbal (apenas 1 mensagem no chat), a interação se deu por meio das ações na plataforma. O grupo começou com uma geração incorreta, ao propor a resposta "2". Os 8 registros de Discordâncias quantificam o conflito cognitivo que se seguiu. Este conflito, mediado pela estrutura da ferramenta, impulsionou o grupo a buscar uma nova síntese no plano do conhecimento (Frigotto, 2018), que se materializou na criação de uma nova resposta, desta vez correta e com a justificação matemática completa. O processo foi caótico, mas pedagogicamente produtivo.

O Grupo 5A também enfrentou a contradição entre uma resposta correta ("30%") e uma geração incorreta ("10,8%"). As 6 Discordâncias registradas refletem o debate para resolver esse impasse. A exclusão final da resposta incorreta demonstra o sucesso do filtro crítico coletivo, um elemento central para a criatividade compartilhada (Carvalho, 2019b).

Em contraste, os Grupos 1A, 4A e 7A apresentaram um fluxo de trabalho mais direto e eficiente, com menos interações no chat e poucas ações de conflito. O Grupo 7A, por exemplo, utilizou o chat para debater diferentes representações da mesma resposta ("0,30" vs "30%"), usando as ferramentas da plataforma para refinar e padronizar a solução final. Este é um exemplo de como o processo estruturado pela ferramenta pode apoiar não apenas a criação, mas também o aprimoramento do conhecimento coletivo.

Portanto, a análise da Atividade 2 demonstra que, superado o atrito inicial da interface, os estudantes conseguiram se engajar no conteúdo matemático. Os

indicadores quantitativos, lidos à luz da teoria, revelam a diversidade de processos colaborativos: alguns grupos construíram o consenso por meio de um diálogo, enquanto outros o fizeram através da superação dialética do erro e aprendizagem no tempo, mediada pela estrutura da ferramenta. A atividade, embora simples, serviu como um ambiente eficaz para a prática do diálogo crítico e da construção coletiva do conhecimento.

4.4.3 Análise da Atividade 3: A Contradição do Erro Conceitual

A Atividade 3 elevou sutilmente a complexidade cognitiva ao introduzir o conceito de pontos percentuais, um conhecido assunto que testa a profundidade da compreensão matemática dos estudantes. O problema exigia não apenas o cálculo, mas uma interpretação crítica do enunciado. A análise dos indicadores revela como os grupos lidaram com esse desafio, expondo a tensão entre a rapidez da resolução e a precisão conceitual, e destacando a importância da metacognição sobre o erro.

Figura 7 - Comparativo de Indicadores de Interação por Grupo na Atividade 3

INDICADOR	GRUPO 1 A	GRUPO 2 A	GRUPO 3 A	GRUPO 4 A	GRUPO 5 A	GRUPO 6 A	GRUPO 7 A
Duração Executada	00:05:10	00:02:55	00:05:50	00:03:16	00:03:49	00:09:28	00:04:59
Interações no Chat	2	3	0	4	2	21	9
Resultados Criados	1	1	1	1	2	1	1
Resultados Excluídos	0	0	1	0	1	0	0
Resultados Alterados	0	0	1	0	0	0	0
Discordâncias	0	0	6	2	3	3	0
Maior Tempo s/ Msg	00:03:11	00:01:18	00:05:49	00:01:25	00:02:21	00:03:24	00:01:49
Chamados ao Professor	0	0	0	0	0	0	0
Finalizou a Atividade?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Média da Dificuldade	1.75	2.67	2.50	3.50	2.17	3.00	2.33

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos relatórios da plataforma MENT3C (2025).

Os dados revelam um fenômeno central: a validação de um erro conceitual. O Grupo 3A propôs a resposta "devem falhar 8 motores", uma geração incorreta que resulta da interpretação equivocada de "5 pontos percentuais" como uma subtração (25% - 5%). Apesar das 6 Discordâncias registradas, que indicam um conflito

interno, o grupo não utilizou o chat (0 interações) e acabou validando a resposta incorreta. Este episódio é significativo pois demonstra uma limitação do processo estruturado pela ferramenta, que embora a plataforma force a visibilidade do dissenso (através das discordâncias), ela não garante, por si só, o diálogo crítico (Freire, 1987) necessário para resolvê-lo. A ausência de comunicação verbal transformou o conflito em um impasse que foi "resolvido" pela legitimação do erro.

Em um percurso analítico oposto, o Grupo 6A ilustra a dialética do erro e aprendizagem no tempo de forma exemplar. Foi o grupo que mais demorou (00:09:28) e mais interagiu no chat (21 mensagens), e sua percepção de dificuldade foi "média" (3,00). O *corpus* revela o porquê: um estudante verbaliza seu erro inicial ("o meu tinha dado 16") e, em seguida, sua tomada de consciência ("tinha esquecido de adicionar o 5 percentual"). Este ato de metacognição, tornado público pelo chat, permitiu ao grupo construir coletivamente a compreensão correta. O processo foi mais lento e percebido como mais difícil, mas, em termos pedagógicos, foi mais rico, pois o erro se tornou um objeto de reflexão, alinhando-se a uma pedagogia que valoriza a falha produtiva (Frigotto, 2018).

Os Grupos 2A e 4A representam a resolução eficiente. O Grupo 2A foi o mais rápido (00:02:55) e, através de 3 interações no chat, rapidamente apresentou a resposta e sua justificativa correta (" $40 \times (30/100)$ "). O Grupo 4A também chegou à resposta correta por meio de um breve, mas eficaz, diálogo cognitivo, com as URs "12?" e "como você fez", demonstrando um processo de proposição e verificação.

Por fim, a análise do Grupo 1A revela outra nuance. O grupo chegou à resposta correta ("12 motores"), mas a justificativa apresentada no chat (" $100/30 \times 40$ ") era matematicamente incorreta, uma geração incorreta que, por coincidência, produziu o resultado certo. O grupo validou a resposta sem debater a inconsistência do processo, indicando um foco no produto final em detrimento da rigurosidade do raciocínio.

Assim, a Atividade 3, ao elevar o desafio conceitual, funcionou como um divisor de águas. Os indicadores mostram que a eficiência na resolução (como no Grupo 2A) nem sempre garante a correção do processo (como no Grupo 1A). Mais importante, a comparação entre o Grupo 3A (que validou o erro sem diálogo) e o Grupo 6A (que superou o erro através do diálogo) sugere que a comunicação verbal pode ser um fator crucial na mediação do conflito cognitivo (quantificado pelas

discordâncias), possibilitando sua transformação em aprendizagem e evitando a consolidação de erros conceituais.

4.4.4 Análise da Atividade 4: O Caos Criativo na Elaboração de Problemas

A Atividade 4 representa um ponto de inflexão metodológico e pedagógico. Ao deslocar os estudantes da posição de resolvedores para a de elaboradores de problemas, a tarefa buscou engajá-los em um nível superior de cognição matemática, alinhando-se a estudos que apontam a elaboração de problemas como um poderoso instrumento para a mensuração e o desenvolvimento da criatividade (Gontijo *et al*, 2020). Esta inversão de papéis é fundamental para pular para fora da caixa (Fonseca; Gontijo, 2023), pois exige não apenas a aplicação de conhecimento, mas sua reestruturação e síntese em novas questões. A análise dos indicadores, em conjunto com a validação dos problemas criados, revela um processo complexo, marcado por uma intensa produção de ideias — um verdadeiro caos criativo — onde o pensamento divergente frequentemente se sobrepôs à precisão do pensamento convergente.

Figura 8 - Comparativo de Indicadores de Interação por Grupo na Atividade 4

INDICADOR	GRUPO 1 A	GRUPO 2 A	GRUPO 3 A	GRUPO 4 A	GRUPO 5 A	GRUPO 6 A	GRUPO 7 A
Duração Executada	00:35:17	00:26:29	00:22:39	00:35:17	00:35:17	00:35:08	00:28:58
Interações no Chat	17	16	0	5	17	25	8
Produtos Criados	6	7	3	6	6	4	4
Produtos Excluídos	1	1	1	0	1	1	1
Produtos Alterados	0	3	0	2	2	1	1
Resultados Criados	8	6	2	6	5	3	3
Resultados Excluídos	3	0	0	1	1	0	0
Resultados Alterados	0	0	0	0	0	0	0
Discordâncias	15	2	5	2	4	2	2
Maior Tempo s/ Msg	00:10:11	00:04:46	00:21:12	00:09:43	00:08:38	00:19:50	00:06:18
Chamados ao Professor	0	0	0	0	0	0	0

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos relatórios da plataforma MENT3C, 2025.

Os indicadores de Produtos Criados revelam, primeiramente, um alto volume de produção, com grupos como o 2A (7 produtos) e os Grupos 1A, 4A e 5A (6 produtos cada) engajando-se intensamente na tarefa. Este dado quantitativo sugere

que a estratégia foi eficaz em mobilizar o pensamento divergente dos estudantes. No entanto, a análise qualitativa da validade desses produtos revela a principal contradição desta atividade: uma alta incidência de geração incorreta.

O Grupo 2A é o caso mais emblemático. Apesar de sua alta produção (7 problemas criados), a análise de seus produtos aponta que a maioria era incorreta, contendo erros conceituais. O grupo gerou muitas ideias, mas falhou no "processo de tomadas de decisão [...] envolvendo análises dos dados e avaliação de evidências" que caracteriza o Pensamento Crítico e Criativo em Matemática (Fonseca; Gontijo, 2020a, p. 971-972). Seus indicadores de processo (16 interações no chat, 2 discordâncias) mostram uma dinâmica ativa, mas que não foi suficiente para garantir o rigor matemático. A autoavaliação de dificuldade que o grupo atribuiu aos seus problemas (média de 2,97, entre "fácil" e "médio") sugere que eles podem não ter percebido a complexidade ou as inconsistências de suas próprias criações.

O Grupo 1A apresentou um padrão de alta produção (6 produtos) e interação (17 no chat), mas se destacou pelo número de Discordâncias (15). Este dado quantitativo aponta para um processo de criação mais conflituoso, onde a negociação de ideias foi marcada por dissenso. O longo período de silêncio (mais de 10 minutos) e o fato de não ter finalizado a atividade, sugerem que o grupo enfrentou bloqueios e não conseguiu gerir o tempo. A pressão temporal, uma manifestação da contradição dialética, resultou em ideias que não chegaram a ser validadas, gerando ocorrências da categoria proposta individual não validada.

Em contrapartida, o Grupo 3A representa a dificuldade de engajamento na tarefa criativa. Com a menor produção (3 produtos) e nenhuma interação no chat durante um silêncio de mais de 21 minutos, os indicadores sugerem uma paralisia. É crucial ponderar, com base no diário de bordo do pesquisador, que a ausência de registros no chat não significa ausência total de comunicação, pois "a preferência pela comunicação presencial em detrimento do chat MENT3C foi marcante". Contudo, a baixa produção e o longo tempo inativo na plataforma indicam que essa comunicação presencial não se traduziu em uma práxis produtiva no ambiente digital. Este caso evidencia que a simples disponibilização de uma ferramenta tecnológica não garante a criatividade compartilhada, que depende da interação e do "compartilhamento cognitivo e afetivo" (Carvalho, 2019b, p. 94).

O Grupo 6A, com 25 interações no chat, mais uma vez utilizou a comunicação como motor. Embora sua produção quantitativa tenha sido menor (4 produtos), a

análise do chat revela um processo de deliberação, com URs como "ent vcs querem fazer em lucro ou perda" e "tem que ser sobre canjica e/ou milho?". O grupo também precisou de mediação pedagógica para se orientar sobre o uso da ferramenta, o que reforça como o uso de tecnologias digitais na EPT demanda um suporte docente ativo para superar "entraves estruturais" e potencializar a investigação matemática (Fonseca; Fonseca, 2025).

Por isso acreditamos que a Atividade 4 foi um laboratório rico sobre o processo criativo. Os indicadores, em conjunto com a análise dos produtos, sugerem que a tarefa de elaboração de problemas foi potente para estimular a geração de ideias, colocando os estudantes como sujeitos ativos na produção do conhecimento. Contudo, também expôs uma limitação central: a dificuldade dos estudantes em aplicar o filtro crítico às suas próprias criações, resultando em uma alta frequência de geração incorreta.

A experiência exemplifica a complexidade do Pensamento Crítico e Criativo em Matemática, que não reside apenas na geração de ideias, mas na sua articulação dialética com a análise rigorosa, um processo que a mediação tecnológica pode catalisar, mas que depende, fundamentalmente, da qualidade da interação e da mediação pedagógica.

4.4.5 Análise da Atividade 5: Resolução de Problemas dos Pares

A Atividade 5 inaugurou a segunda fase da aplicação, realizada em um novo encontro e com os grupos reconfigurados (denominados com o sufixo "B") devido à variação no número de participantes. Esta etapa introduziu uma nova camada de complexidade ao Pensamento Crítico e Criativo em Matemática (Fonseca; Gontijo, 2020a): os estudantes agora deveriam resolver e avaliar os problemas elaborados por seus colegas na atividade anterior. Essa dinâmica transformou a avaliação de evidências em um ato explícito, não apenas para encontrar uma solução, mas para julgar a própria qualidade e a solubilidade do problema proposto por um par.

Figura 9 - Comparativo de Indicadores de Interação por Grupo na Atividade 5

INDICADOR	GRUPO 1 B	GRUPO 2 B	GRUPO 3 B	GRUPO 6 B	GRUPO 7 B
Duração Executada	00:09:15	00:28:21	00:25:58	00:28:22	00:18:44
Chamados	0	0	2	0	0
Mensagens	1	5	33	15	6
Resultados	2	2	6	4	3
Resultados Excluídos	0	0	2	1	1
Resultados Alterados	0	0	1	1	1
Discordâncias	4	3	44	7	1
Maior Tempo s/ Msg (s)	00:08:15	00:10:16	00:05:15	00:16:49	00:07:08
Grupo Finalizou?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos relatórios da plataforma MENT3C, 2025.

A análise dos indicadores revela processos de resolução marcadamente distintos, diretamente influenciados pela qualidade dos problemas recebidos. O Grupo 1B demonstrou alta eficiência, resolvendo duas questões em apenas 00:09:15, com pouquíssima interação no chat (1 mensagem). O grupo recebeu problemas bem formulados e de baixa complexidade, o que permitiu uma resolução direta e rápida.

Em total contraste, o Grupo 2B e o Grupo 6B levaram quase o triplo do tempo (mais de 28 minutos cada). Ambos os grupos receberam problemas mal formulados, o que deslocou o foco da simples resolução para uma análise crítica do enunciado. O Grupo 6B, por exemplo, recebeu uma questão que não fornecia o preço de venda. Seus 15 registros de Mensagens no chat e 7 Discordâncias quantificam um intenso diálogo cognitivo para diagnosticar a falha, com URs como "tá errado", "custa 3,50 os ingredientes" e, finalmente, a conclusão "Não tem o preço da venda da porção". Este é um exemplo claro de como a tecnologia, ao mediar a interação, pode "ampliar a investigação matemática dos estudantes" (Fonseca; Fonseca, 2025), permitindo-lhes transcender o papel de meros executores de algoritmos.

Um dos achados mais significativos desta atividade emerge ao cruzar a dificuldade atribuída pelo grupo criador com a dificuldade percebida pelo grupo

resolvedor. Observa-se uma tendência consistente: os grupos que resolveram os problemas os perceberam como mais difíceis do que seus criadores haviam antecipado. O problema elaborado pelo Grupo 7A ("A nutricionista do campus taguatinga fez uma média sobre o consumo de alimento em 2024, e notou que o público alvo dos alunos consome mais espiga de milho, sabendo que X é o consumo. com isso analise as pergunta abaixo 1) se $x > 10$ pra pessoa q consome espiga de milho e são consumidas 3 bandeja de canjica, qual será o valor gasto pra essa pessoa. todos alunos do emi foram convidados pra festa, sabendo q só $7/8$ foram, qual é a probabilidade de 12 alunos do 3º ano, estarem presentes nessa festa. sabendo que cada sala contém 32 alunos e porém o 3º terceiro tem maior 8 alunos. Resposta: $7/8$ "), por exemplo, foi classificado por seus autores com uma dificuldade de 4,0 ("difícil").

No entanto, o Grupo 2B, ao recebê-lo, atribuiu uma dificuldade ainda maior (4.5) e o considerou "indecifrável", registrando como resposta uma crítica formal: "Não tem sentido algum!! Muitos erros ortográficos". Este episódio ilustra uma lacuna metacognitiva: os estudantes, no papel de criadores, subestimaram a ambiguidade e as falhas de suas próprias formulações.

Essa dinâmica reforça a importância da avaliação por pares como um ato que pode ser vista como práxis (Freire, 1987), onde a reflexão crítica sobre um objeto concreto (o problema do colega) leva a uma nova consciência sobre o próprio processo de fazer matemática. O Grupo 3B, que enfrentou um processo caótico (44 discordâncias) para resolver um problema que o Grupo 4A classificou como de dificuldade 3.57, ilustra o esforço cognitivo e social necessário para decifrar a lógica de um terceiro. A percepção de dificuldade do Grupo 3B foi de 4.33, consideravelmente maior. O longo e intenso debate no chat (33 mensagens), que exigiu mediação pedagógica, sugere que a construção de um entendimento compartilhado sobre um problema mal formulado pode ser compreendida como, em si, um complexo trabalho educativo (Saviani, 2013).

Dessa forma acredita-se que a Atividade 5 foi crucial para contribuir com o desenvolvimento, em alguma medida, do pensamento Crítico e Criativo em Matemática. Os indicadores quantificam o tempo e o esforço despendidos nesse processo de avaliação mútua. A discrepância entre a dificuldade auto atribuída e a percebida pelos pares sugere uma limitação no pensamento dos estudantes: a dificuldade em se colocar no lugar do outro para antecipar ambiguidades. A

atividade, portanto, não apenas testou a capacidade de resolver problemas, mas, mais importante, fomentou a habilidade de avaliar criticamente a clareza e a coerência do pensamento matemático alheio, um pilar para a construção de uma verdadeira criatividade compartilhada (Carvalho, 2019b).

4.4.6 Análise da Atividade 6: resolvendo problemas abertos 1

A Atividade 6 marcou o início da exploração de problemas abertos, uma estratégia pedagógica que, segundo Fonseca e Gontijo (2021a), é potente para favorecer a fluência, a flexibilidade e a originalidade, em contraste com os problemas fechados que admitem uma única solução. A questão proposta – encontrar o máximo de pares diferentes de números inteiros (x, y) que satisfaçam a equação linear $2x + 3y = 50$ – foi intencionalmente projetada com um baixo nível de dificuldade (para esse grupo de estudantes), visando encorajar a "geração de múltiplas e diferentes ideias" (Fonseca; Gontijo, 2020a, p. 971-972). A análise dos indicadores e das soluções produzidas revela que os grupos responderam a este estímulo de maneiras distintas: alguns demonstraram sucesso em gerar um volume considerável (fluência) e alguma variedade (flexibilidade) de soluções, enquanto outros enfrentaram dificuldades processuais e conceituais que limitaram sua produção.

Figura 10 - Comparativo de Indicadores de Interação por Grupo na Atividade 6

INDICADOR	GRUPO 1 B	GRUPO 2 B	GRUPO 3 B	GRUPO 6 B	GRUPO 7 B
Duração Executada	00:13:35	00:17:17	00:13:27	00:14:05	00:12:42
Chamados	0	0	1	0	0
Mensagens	2	7	7	0	2
Resultados	7	9	1	6	2
Resultados Excluídos	1	1	0	0	0
Resultados Alterados	0	0	0	0	0
Discordâncias	0	6	0	0	0
Maior Tempo s/ Msg (s)	00:08:34	00:16:08	00:08:26	00:14:05	00:12:43
Grupo Finalizou?	Sim	Não	Sim	Sim	Sim
Média da Dificuldade	2.50	-	2.50	2.00	3.67

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos relatórios da plataforma MENT3C, 2025.

Os indicadores de Resultados Criados confirmam o potencial da atividade para estimular a fluência, um dos componentes do PCCM. Os Grupos 2B (8 soluções válidas), 6B (6 soluções válidas) e 1B (5 soluções válidas) se destacaram pelo volume de produção, gerando um número expressivo de pares em resposta ao desafio. A análise dessas soluções sugere, contudo, uma flexibilidade limitada: a vasta maioria dos pares gerados por todos os grupos consistia em números inteiros positivos (ex: (10,10), (4,14), (13,8)), a estratégia mais convencional. Apenas os Grupos 1B, 2B e 6B exploraram uma segunda estratégia, utilizando números inteiros negativos (ex: (-5,20), (-2,18), (49,-16)), demonstrando alguma flexibilidade ao transcender o conjunto dos naturais.

O Grupo 6B é particularmente notável: com 0 interações no chat e um longo período de silêncio na plataforma (mais de 14 minutos), seu alto volume de produção (incluindo soluções com negativos) e a percepção de que a tarefa foi "muito fácil" (2,00), e o registro no diário de bordo do pesquisador que aponta sobre existência de comunicação presencial durante a atividade, são fortes evidências da comunicação presencial. Este grupo demonstra que a ausência de registros digitais não implica ausência de colaboração, mas aponta para uma limitação da ferramenta em capturar a totalidade da práxis quando os sujeitos estão fisicamente próximos.

O Grupo 2B vivenciou a dialética do erro e aprendizagem no tempo de forma intensa. Sua alta fluência (8 soluções válidas) foi acompanhada por 6 Discordâncias, reflexo de um conflito cognitivo explícito: o grupo propôs uma resposta inválida ("(100, 50)"), que foi contestada, defendida e, finalmente, corrigida pelo próprio autor para "(100,-50)". Apesar das dificuldades processuais, este grupo demonstrou flexibilidade ao gerar soluções tanto com inteiros positivos quanto negativos. Este processo, embora rico do ponto de vista da aprendizagem pelo erro, consumiu tempo e energia, resultando na não finalização da atividade. O comentário final do grupo — "falta colaboração do grupo, mas a questão era fácil" — é uma síntese da contradição vivenciada.

A percepção de dificuldade dos estudantes, quando comparada à dificuldade planejada (fácil), é reveladora. O Grupo 7B, por exemplo, teve a maior Média de Dificuldade (3,67 - "médio" para "difícil"), apesar de ter produzido apenas 2 respostas válidas, ambas utilizando apenas inteiros positivos. Seus indicadores de baixa interação, somados à necessidade de intervenção do professor para

motivá-los, sugerem que a dificuldade não residiu no cálculo, mas na compreensão da natureza aberta da tarefa ou na exploração de estratégias menos convencionais, uma barreira que pode ser reflexo de um ensino tradicional focado em respostas únicas (Alencar; Fleith, 2003).

Por outro lado, o Grupo 1B, que também percebeu a tarefa como "fácil" (2.50), demonstrou uma tensão entre fluência e rigor. O grupo demonstrou flexibilidade ao explorar soluções com números negativos, mas também propôs e validou uma resposta com números não inteiros (" $x=2,5$, $y=15$ "), uma geração incorreta que desrespeitava as regras do enunciado. Isso indica que, na busca por múltiplas respostas (fluência),

Assim, a Atividade 6 cumpriu seu objetivo de estimular a geração de múltiplas ideias (fluência). Os indicadores e a análise das soluções mostram que a percepção de dificuldade esteve menos associada à complexidade matemática e mais à dinâmica colaborativa e à capacidade de explorar diferentes categorias de solução (flexibilidade). A atividade expôs o potencial dos estudantes para alta fluência e alguma flexibilidade (ao usar números negativos), mas também revelou a ausência de soluções de alta originalidade e as limitações em manter o rigor crítico durante um processo de pensamento divergente.

4.4.7 Análise da Atividade 7: resolvendo problemas abertos 2

A Atividade 7 elevou o desafio cognitivo ao apresentar um problema aberto de dificuldade média, que exigia a criação de conjuntos de dados satisfazendo simultaneamente duas restrições estatísticas (média 10 e mediana 8 em 6 números inteiros distintos, apêndice K). A tarefa foi projetada para testar não apenas a capacidade de cálculo, mas a habilidade dos estudantes de equilibrar o pensamento divergente (gerar múltiplos conjuntos) com o pensamento convergente (verificar rigorosamente as regras). A análise dos indicadores revela uma intensa atividade no componente gerador do pensamento criativo (fluência), mas também expõe uma contradição fundamental: uma forte tensão entre essa geração de ideias e a falha no componente avaliativo (acurácia do filtro crítico coletivo).

Figura 11 - Comparativo de Indicadores de Interação por Grupo na Atividade 7

INDICADOR	GRUPO 1 B	GRUPO 2 B	GRUPO 3 B	GRUPO 6 B	GRUPO 7 B
Duração Executada	00:16:38	00:18:54	00:16:26	00:13:33	00:19:37
Chamados	0	0	0	0	0
Mensagens	0	1	8	0	4
Resultados	9	7	2	2	4
Resultados Excluídos	4	4	0	0	2
Resultados Alterados	0	3	0	0	1
Discordâncias	5	15	0	0	7
Maior Tempo s/ Msg (s)	00:15:36	00:17:53	00:04:44	00:12:34	00:09:29
Grupo Finalizou?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Média da Dificuldade	2.50	2.40	3.00	2.50	4.00

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos relatórios da plataforma MENT3C, 2025.

Os indicadores de Resultados Criados mostram que os Grupos 1 B (9 resultados) e 2 B (7 resultados) abraçaram a natureza aberta do problema, demonstrando alta fluência. Contudo, essa produção massiva veio acompanhada de um alto número de Resultados Excluídos (4 em cada) e, no caso do Grupo 2 B, de 15 Discordâncias. Qualitativamente, a análise revela que ambos os grupos geraram um grande volume de Geração Incorreta (1.3), com conjuntos que violavam as regras de números distintos ou da mediana. Este padrão ilustra a complexidade do pensamento criativo, que não é um processo linear, mas uma jornada marcada pela Dialética do Erro e Aprendizagem no Tempo (4.2). No entanto, o fato de o Grupo 1 B ter validado três conjuntos de dados incorretos ao final da atividade aponta para uma falha em seu processo de avaliação de evidências (Fonseca; Gontijo, 2020a), sugerindo que a ênfase na quantidade de respostas se sobrepôs ao rigor crítico.

A percepção de dificuldade dos estudantes corrobora essa análise. Os Grupos 1 B e 2 B, apesar do processo caótico, avaliaram a tarefa como "fácil" (2.50 e 2.40). Isso pode indicar que eles valorizaram o engajamento e a liberdade de propor múltiplas ideias, mesmo que incorretas, em detrimento da dificuldade de acertar, alinhando-se a uma visão de que a criatividade envolve a assunção de riscos (Sternberg; Grigorenko, 2003).

Em contraste, o Grupo 7 B apresentou a maior Média de Dificuldade (4,00 - "difícil"). Seus indicadores mostram uma produção menor (4 resultados) e um processo conflituoso (7 discordâncias). A análise qualitativa revela que o grupo precisou de Mediação Pedagógica (2.3) para iniciar e, ao final, validou uma resposta incompleta e outra com erro de cálculo. O comentário final do grupo, "O trem difícil", sintetiza a experiência. Para este grupo, a complexidade da tarefa parece ter gerado um bloqueio, uma dificuldade que pode estar ligada a uma visão mais tradicional da matemática, menos habituada a problemas com múltiplas soluções (Pacheco; Andreis, 2018).

Os Grupos 3 B e 6 B apresentaram um padrão de alta eficiência e precisão. Com baixa produção (2 resultados cada) e nenhuma discordância, ambos os grupos geraram apenas soluções válidas e bem justificadas. A ausência de mensagens no chat do Grupo 6 B e o baixo volume no Grupo 3 B, somados aos longos períodos de silêncio na plataforma, novamente apontam para a comunicação presencial como principal meio de colaboração. A percepção de dificuldade destes grupos (3,00 - "médio" e 2,50 - "fácil") é consistente com um processo mais focado e com menos tentativa e erro.

Portanto, a Atividade 7, planejada como de dificuldade média (para esse grupo de estudantes), cumpriu seu papel ao desafiar os estudantes de formas distintas. Os indicadores revelam que a percepção de dificuldade não esteve atrelada apenas à complexidade matemática, mas à capacidade de cada grupo em gerir a tensão entre a geração de múltiplas ideias (fluência) e as restrições do problema. A atividade expôs uma limitação importante: a dificuldade de manter o rigor crítico coletivo em um cenário de alta fluência, reforçando que o desenvolvimento do pensamento criativo em matemática requer não apenas estimular a geração de respostas, mas também fortalecer os mecanismos de auto e heterocorreção.

4.4.8 Análise da Atividade 8: O Desafio dos Problemas Abertos 3

A Atividade 8 funcionou como um teste de estresse para o pensamento dos estudantes. O problema, de natureza aberta, pedia que os estudantes registrassem novos eventos probabilísticos a partir de um exemplo dado (encontrar eventos com probabilidade $1/6$). Embora a tarefa, do ponto de vista do currículo de matemática do

3º ano do Ensino Médio, pudesse ser considerada acessível e conceitualmente direta, a análise dos dados revela que ela foi percebida pelos estudantes como o desafio de maior complexidade de toda a sequência didática. A questão não pedia um cálculo complexo, mas sim flexibilidade de pensamento para aplicar um conceito conhecido (probabilidade) em cenários novos, testando a fundo o Potencial Crítico-Criativo dos estudantes.

Figura 12 - Comparativo de Indicadores de Interação por Grupo na Atividade 8

INDICADOR	GRUPO 1 B	GRUPO 2 B	GRUPO 3 B	GRUPO 6 B	GRUPO 7 B
Duração Executada	00:15:06	00:16:10	00:17:15	00:17:37	00:15:45
Chamados	0	0	0	1	0
Mensagens	5	2	5	10	5
Resultados	1	1	2	1	2
Resultados Excluídos	0	0	1	0	0
Resultados Alterados	1	0	0	0	1
Discordâncias	2	0	1	1	1
Maior Tempo s/ Msg (s)	00:06:52	00:11:37	00:09:50	00:09:56	00:09:25
Grupo Finalizou?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Média da Dificuldade	4.25	4.00	3.67	3.00	3.75

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos relatórios da plataforma MENT3C, 2025.

Essa discrepância entre a dificuldade curricular esperada e a dificuldade percebida pelos alunos é evidenciada pelos dados. Quatro dos cinco grupos avaliaram a atividade como "difícil" ou "muito difícil" (médias de 3,67 a 4,25). Os comentários finais são eloquentes: "difícil demais" (Grupo 1B), "Questão difícil kk" (Grupo 6B), "difícil" (Grupo 3B) e a confissão do Grupo 7B: "Não consegui pensar em nd". Este último, com uma percepção de dificuldade de 3,75, ilustra como um desafio que foge do padrão tradicional de resolução pode levar a um bloqueio criativo, onde a dificuldade percebida inibe o engajamento e persistência.

O Grupo 2B foi a notável exceção. Foi o único grupo que avaliou a tarefa como "média" (3,00) e, em vez de expressar dificuldade, seu comentário final foi "questão interessante". Seus indicadores mostram um processo focado: poucas mensagens, nenhuma discordância e a criação de uma única resposta, que foi, no

entanto, a mais completa e bem justificada de toda a atividade, incluindo a listagem dos pares e o cálculo probabilístico. Este grupo parece alinhar-se à "convicção de que todo problema tem uma solução", uma das características do pensador criativo mapeadas por Carlton (1959), e sugere ter conseguido transformar o desafio em uma oportunidade para um aprofundamento intelectual.

Os demais grupos revelaram diferentes formas de lidar com a dificuldade. O Grupo 3B, após um período de desânimo expresso no chat ("essa eu nem pa rapaziada"), conseguiu, através da dialética do erro e aprendizagem no tempo, superar uma resposta inicial incompleta ("(4,4)") e chegar à solução correta, demonstrando resiliência. O Grupo 1B também chegou a uma resposta válida, mas apenas após forte mediação pedagógica, com o professor intervindo para gerenciar o tempo e motivar o grupo, que estava em silêncio por quase 7 minutos.

O Grupo 6B enfrentou um desafio adicional de Interação com a Interface (Usabilidade), reportando um bug que o impedia de criar resultados. A mediação do professor foi novamente crucial, orientando o grupo a usar o chat como alternativa. No entanto, a solução proposta foi uma geração incorreta, conceitualmente confusa, indicando que a dificuldade técnica pode ter se somado à dificuldade cognitiva, resultando em uma produção de baixa qualidade.

Dessa forma, a Atividade 8 funcionou como um teste de estresse para o pensamento flexível dos estudantes. Os indicadores, em consonância com a percepção dos próprios alunos, confirmam a alta dificuldade percebida da tarefa. O sucesso do Grupo 2B sugere o potencial da estratégia para fomentar um engajamento profundo, mas as dificuldades enfrentadas pelos demais grupos indicam uma limitação importante: a dificuldade dos estudantes em lidar com problemas que exigem flexibilidade e autonomia de pensamento, mesmo quando o conteúdo matemático subjacente é familiar. Este achado pode ser interpretado como um reflexo das "causas das dificuldades de aprendizagem em Matemática" (Pacheco; Andreis, 2018) que permeiam a educação básica, muitas vezes focada na aplicação de algoritmos em detrimento da conceitualização e da exploração aberta.

4.4.9 Considerações sobre a análise dos indicadores da MENT3C

A análise integrada dos indicadores da MENT3C, realizada atividade por atividade, oferece uma visão processual de como o trabalho compartilhado mediado

pela ferramenta interagiu com o processo de desenvolvimento do pensamento crítico e criativo em matemática. Os dados quantitativos dos indicadores (chat, discordâncias, tempo), interpretados à luz da análise de conteúdo, não fornecem respostas simples, mas expõem a complexidade e as contradições da práxis educativa (Freire, 1987), permitindo-nos avançar na resposta à pergunta de pesquisa.

A potencialidade mais evidente da estratégia residiu na capacidade da MENT3C de criar um ambiente para a manifestação e o registro da colaboração. Os indicadores de interação quantificam um volume de engajamento (Categoria 3) que a aula tradicional raramente captura. A plataforma funcionou como um catalisador para o diálogo e a argumentação (Categoria 2) e tornou visível a dialética do erro: transformou falhas individuais em objetos de debate coletivo, criando as condições materiais para a busca de uma "nova síntese no plano do conhecimento" (Frigotto, 2018, p. 77).

As limitações, contudo, emergem das mesmas dinâmicas. A análise revelou um atrito inicial com a interface (Categoria 5), reiterando a tensão inerente ao uso de TICs, onde a carga cognitiva da ferramenta pode, inicialmente, desviar recursos da tarefa principal (Almeida; Valente, 2022). Mais profundamente, os indicadores confirmam a fragilidade do filtro crítico coletivo. A alta frequência de gerações incorretas, por vezes validadas pelos grupos, sugere que a colaboração, por si só, não garante a "criatividade compartilhada", que, como aponta Carvalho (2019b), depende da gestão das interações e das relações de poder, e não apenas do ato de agrupar. A dificuldade em lidar com problemas que exigem flexibilidade (como na Atividade 8) aponta para uma limitação que transcende a ferramenta, refletindo uma cultura escolar focada na "reprodução do conhecimento" (Alencar; Fleith, 2003) em detrimento da exploração de problemas abertos.

Respondendo diretamente ao problema de pesquisa, a análise completa dos dados sugere que o trabalho compartilhado com o auxílio da MENT3C contribuiu de forma dupla para o processo de desenvolvimento do PCCM:

1. Estimulou o componente gerador (Fluência, Flexibilidade e Originalidade): Como a análise psicométrica (detalhada na próxima seção 4.5) comprova, a estratégia foi capaz de fomentar momentos de alta criatividade. Na Atividade 4, por exemplo, o Grupo 6A alcançou o maior CR (202) justamente por

usar uma estratégia considerada de alta originalidade (segundo a metodologia de Leikin, 2009), E4 (P=7.14%). Na Atividade 7, o Grupo 1B demonstrou máxima fluência, flexibilidade e alta originalidade (E3, P=11.11%), resultando em um CR de 360.

2. Diagnosticou a falha no componente crítico: Ao mesmo tempo, a ferramenta expôs a dificuldade dos estudantes em aplicar o rigor analítico, impedindo que a "ação coordenada" de geração e avaliação (Fonseca; Gontijo, 2020a) se completasse. A plataforma, no entanto, criou um ambiente estruturado para o debate e a metacognição sobre o erro (como a autocorreção do Grupo 2B na Atividade 6), ressignificando a falha como "produtiva" (Frigotto, 2018).

A conclusão desta análise dos indicadores, portanto, é que a MENT3C criou um ambiente onde o potencial criativo (incluindo originalidade) pôde emergir, mas que a falha recorrente no componente crítico impediu que esse potencial se realizasse plenamente e de forma consistente. A principal contribuição da ferramenta foi estimular o componente gerador e, crucialmente, diagnosticar a fragilidade do componente crítico como o principal desafio pedagógico a ser trabalhado, o que sugere que novas pesquisas com o uso da ferramenta são necessárias para explorar essa potencialidade e verificar se ela é capaz de estimular o PCCM de forma mais efetiva.

Portanto, esta análise dos processos (indicadores da MENT3C) cumpre o objetivo de dimensionar as interações e fornece o substrato quantitativo-descritivo que, agora, será aprofundado e comprovado pela análise psicométrica dos produtos (Seção 4.5) e pela análise de percepção (Seção 4.6), buscando a síntese do fenômeno investigado, conforme preconiza o método dialético (Netto, 2011).

4.5. O Desempenho Criativo em Números: Análise Psicométrica

Após analisarmos o processo de atividade compartilhada através dos indicadores da MENT3C, nesta seção aprofundamos a investigação quantitativa, deslocando o foco da dinâmica de grupo para o produto cognitivo gerado pelos estudantes. Aqui foi dimensionado o desempenho criativo por meio de um método psicométrico, que nos permitiu traduzir as produções dos alunos em escores para uma análise mais objetiva da criatividade matemática.

Por isso, analisamos as produções de seis atividades distintas, abrangendo tanto os momentos que antecederam o uso da MENT3C (o Questionário Iconográfico e o de Elaboração de Problemas da Torre) quanto as quatro tarefas de natureza mais aberta realizadas na plataforma (Atividade 4, de elaboração, e as Atividades 6, 7 e 8, de resolução aberta). Para mensurar a fluência, a flexibilidade e a originalidade manifestadas, a análise seguirá o modelo de Leikin (2009) e a adaptação de pontuação de Fonseca (2015), conforme detalhado na metodologia.

4.5.1 Análise Psicométrica do Questionário Iconográfico

O Questionário Iconográfico (Anexo C) foi a primeira tarefa matemática da oficina. O problema, de natureza aberta, solicitava aos estudantes que, utilizando três números distintos, gerassem uma única expressão aritmética cujo resultado fosse 45, e que julgassem ser a "mais incomum".

A solicitação de uma única resposta impõe limitações metodológicas: ela inviabiliza a análise da Fluência e da Flexibilidade por indivíduo, componentes centrais do PCCM. A análise de originalidade, portanto, fica restrita à raridade estatística (Leikin, 2009) das estratégias empregadas pelo conjunto do grupo.

Após uma análise dos dados (conforme figura 13), foi invalidado produções que não atendiam ao comando da tarefa (como erros de cálculo, uso de mais de 3 números, ou respostas não-matemáticas), o *corpus* de análise foi drasticamente redefinido. Das 28 respostas coletadas, apenas 11 (cerca de 39%) foram consideradas matematicamente válidas e conformes às regras.

Este dado inicial é, em si, um achado significativo: a alta taxa de invalidação (61%) sugere uma falha generalizada no componente Crítico do PCCM. No referencial que adotamos (Fonseca & Gontijo, 2020a), o PCCM exige uma "ação coordenada" que envolve a "avaliação de evidências". Os dados indicam que os estudantes falharam em aplicar esse filtro, não verificando se suas próprias expressões cumpriam as regras básicas do enunciado.

Curiosamente, muitas das respostas inválidas (ex: ID 6, 11, 13, 26, apêndice O) revelam uma tentativa de usar operadores complexos (múltiplas raízes, fatoriais, etc.). Isso sugere que os estudantes associaram o comando "mais incomum" à "complexidade", mas que essa busca pelo componente Criativo (geração) se dissociou completamente do componente Crítico (avaliação e acurácia).

A análise psicométrica das 11 soluções válidas (N=11) revela um desempenho predominantemente convencional. As estratégias foram agrupadas e suas frequências (P) determinaram sua originalidade, conforme a Figura 13.

Figura 13 - Categorização das Estratégias de Solução do Questionário Iconográfico

CÓDIGO	DESCRIÇÃO DA ESTRATÉGIA	EXEMPLO DA AMOSTRA	FREQUÊNCIA (F) N=11	PERCENTUAL (P)
E1	Aritmética Linear Simples (Adição/Subtração)	$40+3+2$	2	18,18%
E2	Combinação de Multiplicação e Adição/Subtração	$20*2+5$	3	27,27%
E3	Combinação de Divisão e Adição/Subtração	$(88/2)+1$	2	18,18%
E4	Uso de Potenciação e/ou Radiciação	$\sqrt{144*10-75}$	1	9,09%
E5	Uso de Fatorial (!)	$5!+15-90$	3	27,27%

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Como a tabela demonstra, 90,9% das respostas válidas (10 de 11) recaíram em estratégias de Média Originalidade. Apenas uma única resposta (ID 12: $\sqrt{144*10-75}=45$) alcançou Alta Originalidade (P < 15%).

Portanto a análise psicométrica desta primeira atividade não permite afirmar que houve uma demonstração de Potencial Crítico-Criativo (PCCM). Pelo contrário, ela expõe uma profunda dissociação entre os componentes.

Revela-se uma falha massiva do componente crítico, onde a taxa de 61% de invalidação demonstra um fracasso generalizado na "avaliação de evidências", um pilar central do conceito de PCCM que adotamos. Ao mesmo tempo, o componente criativo também se mostrou limitado, pois as soluções que *foram* válidas mostraram-se, na sua esmagadora maioria (90,9%), convencionais (Média Originalidade).

O achado valioso desta atividade, portanto, não foi a criatividade, mas o diagnóstico de uma cultura escolar (Alencar; Fleith, 2003) onde os estudantes

parecem associar "criatividade" a uma "complexidade" performática, mas falham em aplicar o rigor crítico e avaliativo mais básico para validar suas próprias ideias.

4.5.2 Análise Psicométrica do Questionário de Elaboração de Problemas

A segunda tarefa da oficina, o Questionário de Elaboração de Problemas (Anexo E), inverteu o papel cognitivo dos estudantes, solicitando que eles criassem problemas a partir de um cenário dado sobre um condomínio. Esta atividade é particularmente relevante, pois a elaboração de problemas é considerada uma faceta central da criatividade em matemática (Gontijo *et al*, 2020). A análise psicométrica aqui foca na originalidade da estrutura do problema elaborado.

Dos 23 problemas submetidos, 20 foram considerados válidos. As produções foram categorizadas em seis tipos de estratégias de elaboração, conforme a Figura 14.

Figura 14 - Categorização das Estratégias de Elaboração de Problemas

CÓDIGO	DESCRIÇÃO DA ESTRATÉGIA	EXEMPLO DA AMOSTRA	FREQUÊNCIA (F)	PERCENTUAL (%)
E1	Cálculo Direto dos Dados Base	"Quantos aptos numa torre? Quantos no condomínio?"	3	15.0%
E2	Cálculo com Variável Externa Simples	"Se a manutenção de cada elevador custa R\$ 300/mês, quanto o condomínio gasta com todos os elevadores?"	4	20.0%
E3	Problema de Proporção e Porcentagem	"30% aptos c/ gatos, 50% c/ cães. Quantos não têm animal?"	3	15.0%
E4	Problema de Probabilidade	"Qual a chance de Paulo morar no aptº 48 da torre B?"	3	15.0%
E5	Problema com Lógica Condicional ou Estruturada	"Suítes variam: andares 1-4 (1), 5-14 (2), 15.º (3). Quantas suítes no condomínio?"	2	10.0%
E6	Problema Dinâmico ou Algorítmico	"Marcos: 30 s/andar escada, 2 min elevador, 1 min entre torres. Estratégia p/ percorrer tudo e tempo total."	5	25.0%

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

A distribuição das estratégias quantifica e aprofunda um achado da análise qualitativa (Seção 4.1): a baixa autopercepção dos estudantes como "elaboradores de problemas". A abordagem mais comum (E6: Problema Dinâmico ou Algorítmico), com 25% de frequência, reflete uma maior familiaridade com problemas de natureza

procedural, que são mais comuns no ensino tradicional. Em contrapartida, a estratégia menos comum e, portanto, mais original dentro desse contexto, foi a E5: Problema com Lógica Condicional ou Estruturada (10.0%).

Esta estratégia (E5) é notável porque exige que o estudante crie um sistema de regras internas ao problema, em vez de apenas aplicar uma operação a dados pré-existentes. A Figura 15 destaca os dois problemas que se enquadram nesta categoria de alta originalidade.

Figura 15 - Problemas de Maior Originalidade no Questionário de Elaboração

PROBLEMA VÁLIDO SUBMETIDO	ESTRATÉGIA IDENTIFICADA	CLASSIFICAÇÃO DE ORIGINALIDADE	CÁLCULO DA PONTUAÇÃO (CR)	INTERPRETAÇÃO DA PONTUAÇÃO
<i>"Suites variam: andares 1-4 (1), 5-14 (2), 15.º (3). Quantas suites no condomínio?"</i>	E5: Problema com Lógica Condicional ou Estruturada	Alta (P=10.0%)	$Cr = 1 * (10 * 10) = 100,0$	Um escore de 100,0 indica alta originalidade. A criação de um sistema de regras internas para diferenciar os apartamentos, com valores que variam por andar, demonstra um pensamento criativo sofisticado e estatisticamente raro no grupo.
<i>"Aptos 3 ou 5 quartos; 4 pessoas/apt. Quantos terão >1 pessoa/quarto e quantos quarto vago?"</i>	E5: Problema com Lógica Condicional ou Estruturada	Alta (P=10.0%)	$Cr = 1 * (10 * 10) = 100,0$	Um escore de 100,0 indica alta originalidade. A elaboração de um problema que exige raciocínio lógico sobre a distribuição e ocupação interna dos apartamentos foi uma abordagem criativa e incomum, focada na estrutura interna do cenário.

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

A análise psicométrica desta tarefa oferece uma visão mais equilibrada do PCCM, quando comparada à atividade iconográfica anterior. Ao serem colocados no papel de criadores, os estudantes foram capazes de produzir problemas de complexidade variada. A raridade de problemas com lógica condicional (E5) sugere que a criação de sistemas de regras é um indicador de pensamento criativo mais sofisticado (o componente Criativo). Ao mesmo tempo, a alta taxa de validade das produções (20 de 23, ou 87%) — um contraste gritante com a falha massiva na Atividade Iconográfica (seção 4.5.1) — indica que o componente Crítico (a "avaliação de evidências") esteve significativamente mais ativo nesta tarefa.

Pode-se inferir que o ato de elaborar um problema (uma tarefa mais lenta e estruturada) convida a um maior rigor avaliativo do que a tarefa de gerar expressões (mais focada na velocidade e fluência). A predominância de problemas mais

procedimentais (E6) reforça, contudo, a interpretação da análise qualitativa: os estudantes, mesmo quando são críticos, parecem operar dentro de um campo convencional, reflexo da cultura escolar (Alencar; Fleith, 2003) que historicamente priorizou a resolução em detrimento da formulação.

4.5.3 Análise Psicométrica da Atividade 4: Elaboração de Problemas na MENT3C

A Atividade 4, primeira e única tarefa de elaboração de problemas realizada na plataforma, representa o momento em que os estudantes foram mais diretamente desafiados a exercerem sua criatividade. A análise psicométrica desta atividade permite não apenas quantificar a produção criativa, mas, articular o produto final (os problemas elaborados) com o processo colaborativo (as interações e dinâmicas) observado na seção 4.4.4. Esta análise, portanto, busca compreender, na perspectiva do Materialismo Histórico-Dialético, como as condições materiais da interação de cada grupo levaram a resultados criativos tão distintos, oferecendo uma visão mais completa do fenômeno.

Das 30 questões elaboradas pelos sete grupos, 14 foram consideradas válidas para a análise. A Figura 16 apresenta a categorização das estratégias empregadas, revelando os caminhos criativos que os estudantes exploraram.

Figura 16 - Categorização das Estratégias de Elaboração de Problemas na Atividade 4 da MENT3C

CÓDIGO DA ESTRATÉGIA	DESCRIÇÃO DA ESTRATÉGIA	EXEMPLO DA AMOSTRA	FREQUÊNCIA (F)	PERCENTUAL DE OCORRÊNCIA (P)
E3	Proporção/Porcentagem	"Quantas espigas restam se 80% forem vendidas."	6	42.85%
E2	Cálculo com Variável Externa Simples/Financeiro	"Se cada porção de canjica for vendida por R\$ 2,00, quanto arrecadamos por bandeja."	4	28.57%
E1	Cálculo Direto (energia/custo base)	"Se caso forem cozidas 80 espigas, quantos Wh de energia elétrica serão gastos?"	3	21.42%
E4	Problemas Dinâmicos (taxas/tempo)	"O arraia do IFB dura 5 horas, a turma do 3 ano esta vendendo 120 espigas de milho deliciosas se a turma vende 15% das espigas de milho em 140 min da festa em quanto tempo demorara para vendermos 75% das espigas? Resultado: 700 min."	1	7.14%

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

A Figura 17, por sua vez, consolida os escores de criatividade (CR) de cada grupo, calculados com base na fluência (número de problemas válidos), flexibilidade (variedade de estratégias) e originalidade (raridade da estratégia).

Figura 17 - Escore de Criatividade (CR) por Grupo na Atividade 4 da MENT3C

GRUPO	N (FLUÊNCIA)	ESTRATÉGIAS DISTINTAS (CÓDIGOS)	$\Sigma(\text{FLX} \cdot \text{ORI})$	CR(GRUPO)
Grupo 6A	2	E3, E4	101	202
Grupo 4A	4	E1, E3, E2	20,11	80,44
Grupo 1A	4	E2, E3	13	52
Grupo 3A	2	E1, E3	11	22
Grupo 2A	1	E2	10	10
Grupo 7A	1	E1	10	10

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

O Grupo 6 A alcançou, de forma disparada, o maior escore de criatividade (CR=202). Este resultado não foi fruto de um processo linear e sem conflitos. Como visto na análise de indicadores (4.4.4), este grupo teve o maior volume de interações no chat (25 mensagens) e um longo período de silêncio na plataforma, indicando intensa comunicação presencial. O *corpus* qualitativo revela um Diálogo Cognitivo (2.2), com deliberações ("ent vcs querem fazer em lucro ou perda") e questionamentos ("tem que ser sobre canjica e/ou milho?"), que exigiu inclusive Mediação Pedagógica (2.3). O resultado psicométrico é a consequência direta dessa práxis, o grupo demonstrou alta flexibilidade, ao ser o único a empregar a estratégia E4 (Problemas Dinâmicos), que era a de maior originalidade (7.14%). O alto escore de criatividade, portanto, não nasceu do silêncio, mas do debate, da contradição e da mediação, corroborando a visão de que a criatividade compartilhada (Carvalho, 2019b) é um fenômeno que emerge da qualidade da interação construída no coletivo.

Em total contraste, os Grupos 2 A e 7 A obtiveram os menores escores (CR=10). A análise dos processos revela as causas. O Grupo 2 A, apesar de ter sido um dos mais produtivos em termos de ideias (7 produtos criados), teve quase todas as suas propostas invalidadas por inconsistências, resultando em uma fluência final

de apenas 1. Este grupo exemplifica uma falha na segunda parte da definição de pensamento crítico e criativo, a avaliação de evidências (Fonseca; Gontijo, 2020a). Houve geração de ideias, mas não o filtro crítico necessário para validá-las.

Já o baixo desempenho do Grupo 7 A está diretamente ligado à Expressão da Contradição Social (4.1). A análise qualitativa de suas interações (Seção 4.3.3.4) mostrou um ambiente de conflito e agressões verbais. A energia do grupo foi consumida pela tensão social, e não canalizada para o trabalho educativo (Saviani, 2013). O resultado foi uma produção criativa mínima e de baixa originalidade, demonstrando como as contradições sociais, quando não mediadas, podem se tornar um obstáculo intransponível para a construção coletiva do conhecimento.

Os Grupos 1 A e 4 A, com escores intermediários (52 e 80,44), também refletem seus processos. Ambos demonstraram boa fluência (4 problemas válidos cada) e flexibilidade (Grupo 4 A usou 3 estratégias distintas). Contudo, a análise de indicadores mostrou que ambos os grupos não finalizaram a atividade, pressionados pelo tempo. O Grupo 1 A, em particular, teve o maior número de discordâncias (15), indicando um processo de negociação mais árduo que, embora produtivo, consumiu tempo e impediu que o grupo alcançasse seu potencial máximo.

Portanto, a análise psicométrica da Atividade 4, ao ser articulada com a análise dos processos (seção 4.4.4), oferece uma contribuição complexa à pergunta de pesquisa. Os dados não permitem afirmar que a MENT3C, como ferramenta isolada, foi "potente para estimular a produção de ideias" (uma afirmação que não poderíamos provar sem um grupo de controle). O que a análise sugere é que a MENT3C funcionou como um ambiente de mediação estruturante que tornou a práxis coletiva visível e mensurável.

A aparente contradição sobre se a criatividade dependeu "da ferramenta" ou "do diálogo" é resolvida aqui. Os dados indicam que esta é uma falsa dicotomia; a criatividade de alta qualidade (flexibilidade e originalidade) não dependeu da ferramenta isoladamente, mas sim da interação dialética entre a estrutura proposta pela MENT3C e a capacidade dos grupos de utilizá-la para um diálogo crítico e produtivo.

O alto escore do Grupo 6A (CR=202) não surgiu apesar da ferramenta, mas através dela: a plataforma forneceu a arena onde o seu "Diálogo Cognitivo" (2.2) pôde ser gerido, mediado e transformado num produto de alta originalidade (E4). Inversamente, a ferramenta também registou fielmente como a falha desse diálogo,

seja pela paralisação (Grupo 3A) ou pela "Expressão da Contradição Social" (Grupo 7A), resultou em escores mínimos (CR=10). A MENT3C, portanto, atuou como o espaço material que mediou e revelou como a capacidade de um grupo de superar suas contradições conceptuais e sociais se traduziu (ou falhou em se traduzir) em produtos criativos.

4.5.4 Análise Psicométrica da Atividade 6: Problema Aberto na MENT3C 1

A Atividade 6, primeira tarefa de resolução de problemas abertos na plataforma, propôs aos estudantes o desafio de encontrar múltiplos pares de números inteiros para a equação $2x + 3y = 50$ (Apêndice K). A natureza da tarefa foi desenhada para estimular diretamente a fluência e a flexibilidade, componentes centrais do PCCM (Fonseca, 2015). A análise psicométrica dos resultados, quando articulada com os processos colaborativos, revela um achado importante: a atividade foi eficaz em estimular a fluência e alguma flexibilidade, mas as produções se mostraram predominantemente convencionais, com uma notável ausência de soluções de alta originalidade.

Das 33 soluções geradas pelos grupos, 22 foram consideradas válidas. Estas foram classificadas em apenas duas estratégias de solução, conforme detalhado na Figura 18.

Figura 18 - Categorização das Estratégias de Solução da Atividade 6 na MENT3C

CÓDIGO DA ESTRATÉGIA	DESCRIÇÃO DA ESTRATÉGIA	EXEMPLO DA AMOSTRA	FREQUÊNCIA (F)	PERCENTUAL DE OCORRÊNCIA (P)
E1	Soluções com Inteiros Positivos: Pares (x, y) em que ambas as coordenadas são números inteiros positivos. Esta é a abordagem mais intuitiva e direta.	$x=16; y=6$	18	81.8%
E2	Soluções com Inteiros Negativos: Pares (x, y) em que pelo menos uma das coordenadas é um número inteiro negativo. Exige uma exploração para além dos números naturais.	$y = 18 - 2x$ $= -2$	4	18.2%

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

A distribuição de estratégias é o ponto central da análise. A esmagadora maioria das soluções (81,8%) concentrou-se na estratégia mais óbvia (E1), a busca por inteiros positivos. Consequentemente, esta abordagem foi classificada como de

baixa originalidade ($Ori = 0,1$). A única outra estratégia empregada, a exploração de inteiros negativos (E2), ocorreu em 18,2% dos casos, o que a classifica como de média originalidade ($Ori = 1,0$). Como os dados demonstram, nenhuma solução se enquadrou na categoria de alta originalidade ($P < 15\%$) neste grupo.

Figura 19 - Escore de Criatividade (CR) por Grupo na Atividade 6 da MENT3C

GRUPO	N (FLUÊNCIA)	ESTRATÉGIAS DISTINTAS (CÓDIGOS)	$\Sigma(\text{FLX} \cdot \text{ORI})$	CR(GRUPO)
Grupo 2B	8	E1, E2	11,15	89,2
Grupo 6B	6	E2, E1	12,12	72,72
Grupo 1B	5	E2, E1	11,21	56,05
Grupo 7B	2	E1	1,1	2,2
Grupo 3B	1	E1	1,0	1,0

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

A ausência de alta originalidade pode ser interpretada de múltiplas formas. Primeiramente, a própria natureza da tarefa, embora aberta, possui um caminho de resolução relativamente estruturado. Em segundo lugar, e mais importante, isso pode refletir uma cultura escolar que, historicamente, privilegia o campo dos números naturais, tornando a exploração de inteiros negativos um passo de flexibilidade, mas não um salto para o incomum. Os estudantes, mesmo em um ambiente que incentiva a geração de ideias, parecem operar dentro dos limites do que lhes é familiar (Alencar; Fleith, 2003).

A análise dos escores por grupo, articulada com os indicadores de processo (Seção 4.4.6), reforça essa interpretação. Os Grupos 2B ($CR=89,2$) e 6B ($CR=72,72$) obtiveram os maiores escores porque combinaram alta fluência (8 e 6 soluções válidas, respectivamente) com flexibilidade, sendo dois dos três grupos que exploraram a estratégia E2 (inteiros negativos). Seus processos colaborativos, marcados pela Dialética do Erro e Aprendizagem no Tempo (Grupo 2B) e pela intensa comunicação (Grupo 6B), permitiram uma exploração mais exaustiva do problema, levando-os a transcender a abordagem mais óbvia.

Os Grupos 7B ($CR=2,2$) e 3B ($CR=1,0$), por outro lado, tiveram seus baixos escores determinados pela baixa fluência e pela total ausência de flexibilidade.

Ambos os grupos se limitaram à estratégia mais convencional (E1). A análise de seus processos mostrou que ambos enfrentaram bloqueios iniciais, com o Grupo 7B percebendo a tarefa como difícil e o Grupo 3B necessitando de mediação para começar. Seus baixos escores são a consequência psicométrica de um processo que não conseguiu superar o limiar do convencional.

Em resumo, a análise psicométrica da Atividade 6 revela que, embora a tarefa tenha sido eficaz em promover a fluência, a expressão criativa dos estudantes foi limitada. O desempenho manifestou-se na quantidade de soluções (fluência) e em alguma variedade (flexibilidade), mas não alcançou a alta originalidade. Os resultados sugerem que o salto para a alta originalidade requer não apenas um ambiente propício, mas também uma superação de barreiras conceituais e culturais arraigadas na formação matemática dos estudantes.

4.5.5 Análise Psicométrica da Atividade 7: Problema Aberto na MENT3C 2

A Atividade 7 elevou um pouco o desafio cognitivo ao apresentar um problema aberto de dificuldade média, que exigia a criação de conjuntos de dados satisfazendo simultaneamente duas restrições estatísticas (média 10 e mediana 8). A tarefa foi projetada para testar não apenas a capacidade de cálculo, mas a habilidade dos estudantes de equilibrar o pensamento divergente (gerar múltiplos conjuntos) com o pensamento convergente (verificar rigorosamente as regras). Essa abordagem se alinha à proposição de utilizar problemas abertos como um caminho para estimular o pensamento crítico e criativo em matemática (Fonseca; Gontijo, 2021a).

A análise psicométrica dos resultados sugere uma disparidade notável no desempenho dos grupos e, mais importante, expõe uma complexa dissociação entre os componentes geradores e avaliativos do PCCM. Este fenômeno só pode ser compreendido ao articularmos os produtos (os escores) com os processos colaborativos, reconhecendo a criatividade como um fenômeno coletivo e socialmente construído (Carvalho, 2019b).

Das 27 soluções geradas, apenas 9 foram consideradas válidas (taxa de acerto de 33%), um forte indicativo que o grupo pesquisado considerou complexa a tarefa e uma evidência inicial da falha generalizada no filtro crítico. As soluções

válidas foram classificadas em quatro estratégias distintas, baseadas no par de números centrais escolhido para garantir a mediana 8.

Figura 20 - Categorização das Estratégias de Solução da Atividade 7 da MENT3C

CÓDIGO DA ESTRATÉGIA	DESCRIÇÃO DA ESTRATÉGIA	EXEMPLO DA AMOSTRA	FREQUÊNCIA (F)	PERCENTUAL DE OCORRÊNCIA (P)
E1	Soluções estruturadas pelo par mediano (7, 9)	{2, 6, 7, 9, 10, 26}	3	33,33%
E2	Soluções estruturadas pelo par mediano (6, 10)	{4, 5, 6, 10, 11, 24}	3	33,33%
E3	Soluções estruturadas pelo par mediano (5, 11)	{1, 4, 5, 11, 19, 20}	1	11,11%
E4	Soluções estruturadas pelo par mediano (3, 13)	{1, 2, 3, 13, 14, 27}	2	22,22%

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

A Figura 21 consolida os escores de criatividade (CR), calculados a partir dos indicadores de fluência, flexibilidade e originalidade, conforme a metodologia proposta por Gontijo *et al.* (2020) para a mensuração da criatividade em matemática. A grande dispersão entre os resultados se torna evidente.

Figura 21 - Escore de Criatividade (CR) por Grupo na Atividade 7 da MENT3C

GRUPO	N (FLUÊNCIA)	ESTRATÉGIAS DISTINTAS (CÓDIGOS)	$\Sigma(\text{FLX} \cdot \text{ORI})$	CR(GRUPO)
Grupo 1B	3	E2, E1, E3	120.0	360.0
Grupo 3B	2	E2, E1	20.0	40.0
Grupo 2B	2	E2, E1	20.0	40.0
Grupo 6B	1	E4	10.0	10.0
Grupo 7B	1	E4	10.0	10.0

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

A análise articulada dos dados oferece uma explicação para essa disparidade. O Grupo 1B alcançou um escore de criatividade (CR=360) exponencialmente superior aos demais. A chave para este sucesso no componente gerador (o "Criativo") reside na combinação de alta fluência (3 soluções válidas), máxima flexibilidade (utilizou 3 das 4 estratégias possíveis) e alta originalidade (E3,

P=11,11%), critério definido pela infrequência estatística (Fonseca, 2015). Contudo, este alto desempenho criativo ocorreu em total desconexão com o componente crítico (o "Crítico"). Como a análise dos indicadores (Seção 4.4.7) demonstra, este mesmo grupo validou três conjuntos de dados incorretos ao final da atividade. Portanto, o processo deste grupo, longe de "materializar" a definição completa de PCCM, ilustra a sua fratura: uma intensa geração de ideias (fluência, flexibilidade, originalidade) sem a correspondente "avaliação de evidências" (Fonseca; Gontijo, 2020a). O grupo se engajou em um ciclo de tentativa e erro (4 resultados excluídos), mas falhou em aplicar o rigor crítico ao seu produto final.

Os Grupos 2B e 3B, com escores idênticos e muito inferiores (CR=40), representam um padrão diferente. Ambos demonstraram boa flexibilidade ao utilizarem duas estratégias distintas (E1 e E2), mas sua fluência foi limitada a 2 soluções válidas cada. O processo do Grupo 2B foi marcado por um volume alto de Geração Incorreta, combinado com 15 discordâncias e 4 resultados excluídos. O grupo gastou grande parte de sua energia cognitiva na Dialética do Erro e Aprendizagem no Tempo, o que sugere ter limitado sua capacidade de explorar mais caminhos criativos.

Este cenário sugere como a dinâmica interna do grupo e a gestão das relações de poder podem impactar a produção coletiva, um ponto central no conceito de criatividade compartilhada (Carvalho, 2019b). O Grupo 3B, por sua vez, teve um processo mais linear, com 8 mensagens no chat e nenhuma discordância, mas sua produção foi igualmente contida.

Por fim, os Grupos 6B e 7B tiveram os desempenhos mais baixos (CR=10). Ambos se limitaram a uma única solução válida e a uma única estratégia (E4), resultando em fluência e flexibilidade mínimas. A análise de seus processos (Seção 4.4.7) revela as possíveis causas. O Grupo 7B percebeu a tarefa como "difícil" (4,00) e precisou de mediação para iniciar, indicando um possível bloqueio criativo. O Grupo 6B, com ausência total de comunicação registrada e um longo tempo inativo, não conseguiu mobilizar o esforço coletivo necessário. Ambos os casos sugerem que, sem um engajamento colaborativo efetivo, o potencial criativo do coletivo não se manifesta.

Dessa forma, a análise psicométrica da Atividade 7, em diálogo com os dados qualitativos, sugere que o desempenho no componente criativo (fluência, flexibilidade, originalidade) foi diretamente influenciado pela capacidade de cada

grupo de gerir o processo de resolução. O "sucesso" do Grupo 1B no componente gerador (CR=360) é, portanto, paradoxal. Longe de poder ser afirmado como o resultado de um "processo colaborativo" (algo que os dados de baixa interação no chat não sustentam), a sua falha total no componente crítico (3 erros validados) sugere o oposto: um possível processo individualizado, onde a produção de um membro não passou por um debate coletivo rigoroso. Isso ilustra a principal limitação encontrada: para a criatividade florescer de forma compartilhada (Carvalho, 2019b), não basta um problema aberto (Fonseca; Gontijo, 2021a) ou a geração de ideias; é necessária uma práxis colaborativa (Freire, 1987) que sustente tanto a exploração quanto a avaliação rigorosa dos desafios, algo que o Grupo 1B claramente não conseguiu coordenar.

4.5.6 Análise Psicométrica da Atividade 8: Problema Aberto na MENT3C 3

A Atividade 8 apresentou um desafio de natureza distinta. O problema, de natureza aberta, pedia que os estudantes apresentassem novos eventos probabilísticos a partir de um exemplo dado (encontrar eventos com probabilidade de $1/6$). Embora a tarefa, do ponto de vista do currículo de matemática do 3º ano, possa ser considerada acessível e conceitualmente direta, ela exigia um tipo de pensamento não-algorítmico, testando a fundo a flexibilidade (Gontijo, 2007) e a autonomia de pensamento dos estudantes, em vez da simples aplicação de fórmulas.

A análise psicométrica confirma o que os dados de percepção (seção 4.4.8) já indicavam: a maioria dos grupos experienciou um bloqueio cognitivo, resultando em um desempenho criativo quase nulo. Das 7 soluções submetidas, apenas 4 (57%) foram consideradas válidas, um reflexo imediato da dificuldade percebida. As soluções válidas foram classificadas em apenas duas estratégias distintas, como mostra a Figura 22.

Figura 22 - Categorização das Estratégias de Solução da Atividade 8 na MENT3C

CÓDIGO DA ESTRATÉGIA	DESCRIÇÃO DA ESTRATÉGIA	EXEMPLO DA AMOSTRA	FREQUÊNCIA (F)	PERCENTUAL DE OCORRÊNCIA (P)
E1	Evento de Igualdade	<i>"os valores dos dados lançados serem iguais"</i>	3	75.0%
E2	Evento de Soma com Desigualdade	<i>"A soma dos dados ser maior ou igual a 10"</i>	1	25.0%

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

A Figura 23, que consolida os escores de criatividade (CR), é ainda mais contundente. Três dos cinco grupos (60% da amostra) obtiveram escores de 1,0 ou 0, indicando uma falha generalizada em produzir soluções válidas ou minimamente flexíveis.

Figura 23 - Escore de Criatividade (CR) por Grupo na Atividade 8 na MENT3C

GRUPO	N (FLUÊNCIA)	ESTRATÉGIAS DISTINTAS (CÓDIGOS)	$\Sigma(\text{FLX} \times \text{ORI})$	CR(GRUPO)
Grupo 2B	2	E1, E2	11.0	22.0
Grupo 1B	1	E1	1.0	1.0
Grupo 3B	1	E1	1.0	1.0
Grupo 6B	0	-	0	0
Grupo 7B	0	-	0	0

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

A análise articulada dos dados psicométricos com os processos colaborativos (seção 4.4.8) ajuda a explicar essa acentuada diferença de desempenho. O Grupo 2B obteve, de forma isolada, o maior escore (CR=22). Este grupo foi o único a avaliar a tarefa como "interessante" e o único a empregar a estratégia de média originalidade (E2). Os seus indicadores de processo (poucas mensagens, 0 discordâncias) não permitem afirmar que o sucesso foi fruto de um processo colaborativo intenso; pode antes sugerir a posse de um *habitus* ou "capital cultural" (Bourdieu, 1998; Paula, 2020) que lhes permitiu decodificar e valorizar uma tarefa não-convencional, transformando o desafio em engajamento (Categoria 3).

Os Grupos 1B e 3B, com escores mínimos (CR=1,0), refletem processos marcados pela dificuldade. Ambos tiveram fluência e flexibilidade mínimas, limitando-se à estratégia mais convencional (E1). A análise de seus processos revela que o Grupo 1B precisou de Mediação Pedagógica (Categoria 2) para superar um longo período de inatividade, enquanto o Grupo 3B expressou desânimo antes de conseguir, com resiliência, chegar a uma única solução. Seus baixos escores são a consequência psicométrica de um processo que não conseguiu fomentar uma exploração criativa mais ampla.

Por fim, os Grupos 6B e 7B tiveram seus escores zerados por não produzirem nenhuma solução válida. As causas, reveladas na análise qualitativa, são distintas,

mas igualmente impeditivas. O Grupo 7B verbalizou um potencial bloqueio criativo ("Não consegui pensar em nd"), ilustrando como a percepção de alta dificuldade inibe a ação. Este bloqueio pode ser interpretado como um reflexo das "causas das dificuldades de aprendizagem em Matemática" (Pacheco; Andreis, 2018) que permeiam a educação básica. Ou, como sugere D'Ambrosio (2001), pode indicar uma desconexão entre a natureza do problema (abstrato, no sentido de descontextualizado) e a "leitura de mundo" (Freire, 1987) dos alunos, fazendo com que uma tarefa curricularmente simples seja percebida como intransponível.

O Grupo 6B, por sua vez, enfrentou um entrave técnico (categoria 5) que, somado à dificuldade cognitiva, resultou em uma geração incorreta (categoria 1), evidenciando como entraves estruturais (Fonseca; Fonseca, 2025) podem impedir que o potencial criativo se realize.

Desta forma, a análise psicométrica da Atividade 8 sugere que a dificuldade da tarefa não residiu em sua complexidade curricular, mas em sua exigência de flexibilidade e autonomia. O desempenho (ou a falta dele) não foi, portanto, uma medida de habilidade de cálculo, mas um indicador da dificuldade dos estudantes em ativar seu potencial criativo diante de um desafio não-algorítmico. O sucesso isolado do Grupo 2B (que achou a tarefa "interessante") contrasta fortemente com o bloqueio geral dos demais grupos (que a acharam "difícil" ou "impossível", como o Grupo 7B com o "Não consegui pensar em nd"). Isso parece indicar que a maioria dos grupos, ao não encontrar um caminho estruturado ou algorítmico para a solução, recorreu ao bloqueio. Este achado revela as limitações de uma formação que, como aponta Gontijo (2007), prioriza a resolução de problemas fechados sobre a exploração aberta, e reflete as "causas das dificuldades de aprendizagem em Matemática" (Pacheco; Andreis, 2018) que permeiam a educação básica.

4.5.7 Contribuições da análise psicométrica para a análise do todo

A análise psicométrica, ao traduzir as produções matemáticas em escores, cumpre um papel dialético fundamental na estrutura desta pesquisa. Ela nos permite mover da observação do processo (o "como" analisado em 4.4) para o dimensionamento do produto (o "quanto"), realizando uma articulação importante para a análise. Os números aqui apresentados não são entidades abstratas; são a expressão quantitativa das dinâmicas sociais e cognitivas que os precederam.

A principal contribuição desta etapa foi permitir uma análise a complexa relação entre o processo colaborativo e o desempenho criativo. Os dados sugerem que o desempenho não é um ato isolado, mas parece intrinsecamente ligado à qualidade da gestão das contradições do grupo. Como observado na Atividade 4 (seção 4.5.3), o grupo com o maior escore de criatividade (Grupo 6A, CR=202) foi aquele cujo processo, mapeado na análise qualitativa, foi marcado por um intenso "Diálogo Cognitivo" e "Mediação Pedagógica" (componentes analisados na Categoria 2: Colaboração). Inversamente, os escores mais baixos (Grupo 7A, CR=10) estiveram diretamente associados a processos prejudicados pela "Expressão da Contradição Social" (analisada na Categoria 4: Contradição Dialética).

Essa articulação com a tese da criatividade compartilhada (Carvalho, 2019b) torna-se, aqui, central e reveladora. O caso do Grupo 7B na Atividade 8 (CR=0) é um exemplo claro: a análise qualitativa (4.4.8) mostrou um bloqueio total ("Não consegui pensar em nd"), onde a falha da práxis (Freire, 1987) resultou em ausência de produção. O potencial criativo do coletivo, sem um "Engajamento e Persistência" efetivo (analisado na Categoria 3: Elementos da Constituição do Ser Social), não se manifestou.

O caso do Grupo 1B na Atividade 7 (CR=360) é, contudo, um achado paradoxal e importante para esta seção. Como analisado em 4.5.5, este escore exponencialmente superior não pode ser afirmado como o resultado de uma práxis colaborativa de sucesso. Pelo contrário, a sua total falha no componente crítico (3 erros validados), aliada à baixa interação no chat (4.4.7), sugere o oposto: um possível processo individualizado, onde a alta capacidade geradora de um membro não passou por um debate coletivo rigoroso. Este episódio, portanto, não reflete uma "criatividade compartilhada" (Carvalho, 2019b) ou uma "práxis" (Freire, 1987) bem-sucedida, mas sim a fratura desta, onde a geração de ideias (fluência, flexibilidade e originalidade) se desconectou da avaliação crítica.

Dessa forma, a análise psicométrica transcende a mera classificação de respostas. Ela oferece uma lente quantitativa que, sobreposta ao mapa qualitativo, ilumina a relação entre o trabalho educativo e seu produto (Saviani, 2013). Seu maior achado foi diagnosticar a dissociação entre os componentes do PCCM: os dados sugerem que os estudantes possuem potencial para o componente gerador

(fluência, flexibilidade e, como provado pelo Grupo 1B e 6A, até originalidade), mas falham consistentemente no componente crítico (avaliação de evidências).

Tendo dimensionado o processo (indicadores da MENT3C) e o produto (escores psicométricos), a análise se volta agora para a última faceta do objeto: a percepção dos sujeitos. A seção seguinte utilizará a análise por Ranking Médio para investigar como os próprios estudantes avaliaram a experiência, completando a triangulação de dados necessária para a síntese final.

4.6 A Evolução das Percepções em Números: Análise por Ranking Médio

Para complementar a análise qualitativa dos processos de interação e cognição, esta seção se dedica ao tratamento quantitativo das percepções dos estudantes. Os dados foram coletados por meio do 'Questionário Likert de Avaliação do Desenvolvimento do Pensamento Crítico e Criativo em Matemática' (integralmente apresentado no Apêndice F), aplicado antes e depois da sequência didática.

Conforme explicitado na Metodologia (Seção 3.2.2.3), o objetivo não é buscar uma prova estatística, mas utilizar a análise por Ranking Médio (RM) como uma abordagem descritiva que, em diálogo com os demais dados, enriquece a compreensão do todo.

A escolha pelo método do Ranking Médio (Siegel; Castellan, 2006) se justifica por sua adequação a dados ordinais, como os da nossa escala de 1 ("Discordo totalmente") a 4 ("Concordo totalmente"). A análise ocorrerá em duas frentes: primeiramente, um exame longitudinal de 16 estudantes que participaram de ambos os encontros; em seguida, uma análise comparativa das tendências gerais entre os grupos maiores de cada encontro.

Ao triangular esses padrões numéricos com as categorias qualitativas, buscamos aprofundar a compreensão sobre as potencialidades e limitações da estratégia MENT3C, respondendo de forma mais completa ao objetivo central desta investigação.

4.6.1 Análise Comparativa entre estudantes iguais (N = 16)

A análise dos dados referentes aos 16 estudantes que responderam ao questionário em ambos os momentos da pesquisa oferece a oportunidade de

observar a evolução das percepções dentro de um mesmo grupo. Esta análise longitudinal é particularmente valiosa por minimizar a variabilidade entre grupos, permitindo-nos interpretar as mudanças observadas como um possível reflexo da intervenção. Os resultados, consolidados na Figura 24, revelam uma dinâmica complexa e contraditória.

Figura 24 - Síntese das variações do RM entre estudantes iguais (N = 16)

QUESTÃO RESUMIDA	RM ANTES	RM DEPOIS	VARIAÇÃO
Q.3 Consigo encontrar soluções inovadoras para problemas matemáticos.	1.69	2.19	0.50 ▲
Q.18 O uso de tecnologia influencia minha abordagem à resolução de problemas matemáticos.	3.25	3.75	0.50 ▲
Q.14 Consigo comunicar minhas ideias matemáticas de forma clara e convincente.	2.25	2.56	0.31 ▲
Q.5 Tenho capacidade de identificar informações relevantes nos problemas matemáticos de forma resolvê-los.	2.50	2.75	0.25 ▲
Q.7 Consigo identificar e formular problemas matemáticos.	2.56	2.81	0.25 ▲
Q.13 O feedback recebido pelo professor é relevante para a melhoria das minhas soluções.	3.69	3.94	0.25 ▲
Q.16 Avalio minha capacidade de contribuir com ideias significativas para a resolução de problemas.	2.62	2.88	0.25 ▲
Q.17 Percebo o papel da tecnologia em estimular a criatividade e criticidade.	3.38	3.62	0.25 ▲
Q.21 Ferramentas digitais impactam minha capacidade de inovar.	3.06	3.31	0.25 ▲
Q.8 Eu me sinto capaz de aplicar pensamento crítico e criativo para elaborar e resolver problemas.	2.38	2.56	0.19 ▲
Q.19 Considero que as ferramentas digitais contribuem para a exploração de estratégias mais criativas.	3.50	3.69	0.19 ▲
Q.20 A tecnologia é importante em atividades cooperativas.	3.50	3.62	0.12 ▲
Q.1 Sinto-me confiante para expressar ideias e opiniões.	2.75	2.81	0.06 ▲
Q.2 Estou motivado para abordar e resolver problemas matemáticos.	2.81	2.88	0.06 ▲
Q.15 Numa atividade colaborativa, ouvir o outro de forma respeitosa é produtivo.	3.69	3.75	0.06 ▲
Q.6 Percebo minha capacidade de analisar criticamente diferentes abordagens.	2.75	2.75	0.00
Q.10 A colaboração entre colegas na resolução de problemas matemáticos é importante.	3.88	3.88	0.00
Q.11 Avalio como positivo o diálogo e a colaboração entre os estudantes.	3.62	3.62	0.00
Q.4 Reconheço a importância do pensamento crítico e criativo na resolução de problemas.	3.81	3.75	-0.06 ▼
Q.12 O feedback recebido dos colegas é relevante para a melhoria das minhas soluções.	3.50	3.25	-0.25 ▼
Q.9 Sou capaz de colaborar efetivamente com meus colegas na resolução de problemas.	3.31	2.94	-0.37 ▼

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Os dados sugerem um impacto positivo da intervenção na forma como os estudantes se veem como agentes criativos. Os dois itens com maior variação positiva (+0,50) foram a Questão 3 ("Consigo encontrar soluções inovadoras") e a

Questão 18 ("O uso de tecnologia influencia minha abordagem"). A análise dos valores absolutos da Q3 (de 1,69 para 2,19) sugere que a intervenção pode ter iniciado um processo de desconstrução da autoimagem de incapacidade, um primeiro passo fundamental que ecoa a crítica de Alencar e Fleith (2003) sobre o ensino tradicional focado na reprodução.

Essa mudança de percepção parece ser a contraparte subjetiva dos resultados objetivos observados. O aumento na confiança criativa parece ser corroborado pelos escores psicométricos do componente gerador (seção 4.5), onde grupos como o 6A (Atividade 4) alcançaram um alto escore (CR=202) através de uma estratégia de alta originalidade. A experiência de usar a MENT3C para realizar tarefas alinhadas ao PCCM — como gerar múltiplas ideias e formular problemas — parece ter fornecido aos estudantes uma evidência tangível de suas próprias capacidades, reforçando o potencial dos ambientes digitais para ampliar a investigação matemática (Fonseca; Fonseca, 2025).

Um achado revelador e paradoxal reside na variação dos itens sobre colaboração. Os dados mostram uma queda acentuada na Questão 9 ("Sou capaz de colaborar efetivamente", de 3,31 para 2,94) e na Questão 12 ("O feedback recebido dos colegas é relevante", de 3,50 para 3,25). Esta avaliação negativa da execução da colaboração é um reflexo direto da experiência vivenciada, conforme registrado nos indicadores da MENT3C (seção 4.4). A análise qualitativa mostrou uma experiência marcada por um alto número de "Discordâncias" e por processos onde a validação de ideias era um desafio, exemplificando a Categoria 4 (Contradição Dialética). A vivência do "caos criativo", com debates, dificuldade de consenso e conflitos interpessoais, expôs as tensões reais do trabalho coletivo.

O ponto mais importante desta análise, contudo, é a contradição entre essa avaliação negativa da prática e a avaliação do princípio. Enquanto a avaliação da execução (Q9 e Q12) caiu, a crença no valor da colaboração permaneceu inabalada: a Questão 10 ("A colaboração [...] é importante") registou um RM de 3,88, e a Questão 11 ("Avalio como positivo o diálogo e a colaboração") registou um RM de 3,62, ambas estáveis.

Portanto, os dados não indicam um "fracasso" da colaboração como princípio. O que eles sugerem é uma profunda lacuna entre o ideal da colaboração (que os alunos valorizam) e a práxis real (que eles avaliaram como frustrante e ineficaz). A intervenção, ao forçar os alunos a lidarem com a "gestão das relações de poder"

(Carvalho, 2019b) e com as contradições do dissenso, expôs a crença de que colaborar é um ato fácil ou harmonioso. A queda nos escores da Q9 e Q12 não é, portanto, uma "maturação" (o que seria uma extrapolação), mas sim o dado empírico que revela a dificuldade da colaboração real.

4.6.2 Análise Comparativa entre os Encontros (N=30 vs. N=19)

A análise comparativa entre as percepções do grupo do primeiro encontro (N=30) e do segundo (N=19) oferece uma visão panorâmica das tendências gerais. É importante ressaltar, metodologicamente, que esta não é uma análise longitudinal, mas a comparação de dois instantâneos de grupos distintos. Contudo, sua validade reside na capacidade de confirmar se os padrões observados no grupo de estudantes iguais (N=16) representam uma tendência mais ampla ou uma anomalia. Os dados, apresentados na Figura 25, indicam uma forte convergência, reforçando e, em alguns casos, aprofundando as conclusões da análise anterior.

Figura 25 - Síntese das variações do RM entre Encontros (N=30 vs. N = 19)

QUESTÃO RESUMIDA	RM ANTES	RM DEPOIS	VARIAÇÃO
Q.7 Consigo identificar e formular problemas matemáticos.	2,43	2,79	0,36 ▲
Q.18 O uso de tecnologia influencia minha abordagem à resolução de problemas matemáticos.	3,37	3,63	0,26 ▲
Q.3 Consigo encontrar soluções inovadoras para problemas matemáticos.	1,93	2,16	0,23 ▲
Q.14 Consigo comunicar minhas ideias matemáticas de forma clara e convincente.	2,33	2,53	0,20 ▲
Q.5 Tenho capacidade de identificar informações relevantes nos problemas matemáticos de forma resolvê-los.	2,6	2,79	0,19 ▲
Q.16 Em relação ao envolvimento nas atividades cooperativas, avalio minha capacidade de contribuir com ideias significativas para a resolução de problemas matemáticos.	2,7	2,89	0,19 ▲
Q.8 Eu me sinto capaz de aplicar pensamento crítico e criativo para elaborar e resolver problemas de matemática.	2,4	2,58	0,18 ▲
Q.1 Em relação à expressão de ideias e opiniões ao resolver problemas matemáticos, sinto-me confiante.	2,67	2,84	0,17 ▲
Q.6 Ao lidar com situações-problema, percebo minha capacidade de analisar criticamente diferentes abordagens antes de escolher uma solução.	2,63	2,79	0,16 ▲
Q.21 Ferramentas digitais impactam minha capacidade de inovar.	3,1	3,26	0,16 ▲
Q.13 O feedback recebido pelo professor é relevante para a melhoria das minhas soluções para problemas matemáticos.	3,8	3,95	0,15 ▲
Q.2 Estou motivado para abordar e resolver problemas matemáticos é evidente.	2,97	3	0,03 ▲
Q.20 O uso de tecnologia e do pensamento crítico e criativo durante atividades cooperativas é importante.	3,5	3,53	0,03 ▲
Q.19 Considero que as ferramentas digitais contribuem para a exploração de estratégias mais criativas na resolução de problemas matemáticos.	3,53	3,53	0
Q.17 Percebo o papel da tecnologia em estimular a criatividade e criticidade na resolução de problemas matemáticos.	3,6	3,58	-0,02 ▼
Q.15 Numa atividade colaborativa, ouvir o outro de forma respeitosa é produtivo.	3,8	3,74	-0,06 ▼
Q.10 A colaboração entre colegas na resolução de problemas matemáticos é importante.	3,87	3,79	-0,08 ▼
Q.4 Reconheço a importância do pensamento crítico e criativo na resolução de problemas matemáticos.	3,9	3,79	-0,11 ▼
Q.11 Avalio como positivo o diálogo e a colaboração entre os estudantes para o desenvolvimento do pensamento crítico e criativo em matemática.	3,73	3,58	-0,15 ▼
Q.12 O feedback recebido dos colegas é relevante para a melhoria das minhas soluções para problemas matemáticos.	3,67	3,32	-0,35 ▼
Q.9 Sou capaz de colaborar efetivamente com meus colegas na resolução de problemas matemáticos.	3,37	2,79	-0,58 ▼

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

A queda na percepção sobre a colaboração, já observada na análise longitudinal (4.6.1), torna-se aqui ainda mais dramática. A Questão 9, "Sou capaz de colaborar efetivamente", apresenta a maior queda, com uma variação massiva de -0,58, despencando de um RM de 3,37 para 2,79. Esta avaliação mais negativa da execução da colaboração parece ser explicada pela experiência da Atividade 4 (Elaboração de Problemas), onde a análise psicométrica (seção 4.5.3) revelou uma alta incidência de Geração Incorreta (Categoria 1). É plausível interpretar que a frustração de muitos grupos ao não conseguirem produzir problemas válidos ou ao entrarem em longos debates, quantificados pelos indicadores da MENT3C, tenha se traduzido em uma percepção quantitativa mais cética sobre a eficácia do coletivo.

Por outro lado, as potencialidades também se mostram robustas. O crescimento mais expressivo na Questão 7 ("Consigo identificar e formular problemas", +0,36) sugere ser um reflexo da prática. Antes da intervenção, a análise qualitativa (Seção 4.1) mostrou que os estudantes tinham baixa identificação com a elaboração de problemas. A experiência da Atividade 4, mesmo com suas dificuldades, parece tê-los posicionado como autores de matemática, e essa mudança de percepção foi capturada pelo RM. O aumento na percepção de que são capazes de formular problemas (de 2,43 para 2,79) sugere que a práxis pode ter contribuído para transformar a autoimagem dos estudantes, o que se alinha a estudos que veem a elaboração de problemas como central para a criatividade (Gontijo et al, 2020)

4.6.3 A Convergência dos Dados e a Resposta à Pergunta de Pesquisa

Quando cruzamos os dados de percepção dos estudantes com as análises anteriores (qualitativa, indicadores da plataforma e escores psicométricos), uma resposta mais complexa e dialética à nossa pergunta de pesquisa começa a se delinear.

O primeiro achado é uma aparente contradição nos dados subjetivos. As potencialidades da estratégia MENT3C parecem emergir na percepção dos estudantes sobre si mesmos: os dados do Ranking Médio (4.6.1 e 4.6.2) mostram um aumento na forma como eles se percebem capazes de inovar (Q3) e de formular problemas (Q7). Esse aumento é um dado subjetivo relevante. Contudo, esta percepção não pode ser simplesmente validada pelos resultados objetivos. A análise

psicométrica (4.5) apresentou um cenário paradoxal, onde o maior escore de criatividade (CR=360 na Atividade 7) foi alcançado por um grupo (1B) que, simultaneamente, falhou em aplicar o filtro crítico (validando 3 erros). Portanto, a percepção positiva (Q3, Q7) parece estar mais ligada à experiência de "gerar múltiplas ideias", do que à conclusão bem-sucedida da "ação coordenada" (geração mais avaliação) que define o PCCM (Fonseca; Gontijo, 2020a).

O segundo achado é a tensão entre o ideal e a prática da colaboração. Os números apontam que, enquanto os estudantes mantiveram uma valorização altas do princípio da colaboração (Q10, Q11), houve uma queda acentuada na sua avaliação da execução (Q9) e na relevância do feedback dos colegas (Q12). Esta queda é a manifestação quantitativa do que a análise qualitativa (4.3) chamou de Categoria 4 (Contradição Dialética). A experiência com o "caos criativo" (4.4.4), as "Discordâncias" (4.4) e a falha do filtro crítico coletivo (4.5.5) parece ter exposto aos estudantes a profunda lacuna entre o "pensar ingênuo" (Freire, 1987) sobre o trabalho em grupo e a dificuldade real da práxis colaborativa (Carvalho, 2019b).

Concluimos, portanto, que a intervenção teve um impacto duplo e contraditório. Por um lado, a experiência pode ter contribuído para ampliar a autopercepção dos estudantes sobre suas capacidades geradoras (componente criativo). Por outro, ela expôs os desafios reais do trabalho coletivo. Esta dupla descoberta sugere que o potencial de uma ferramenta como a MENT3C pode estar associado à sua capacidade de expor as complexas contradições da aprendizagem. No entanto, esta pesquisa, por seu desenho metodológico (um estudo de caso pré-pós), não permite afirmar uma relação causal direta entre a ferramenta e os resultados observados, o que exigiria estudos experimentais futuros com grupo de controle.

4.7 Síntese Dialética: Potencialidades, Limitações e os encaminhamentos à Pergunta de Pesquisa

A jornada analítica percorrida neste capítulo, ao correlacionar sistematicamente os dados qualitativos da análise de conteúdo com os dados quantitativos dos indicadores, da psicométrica e do ranking médio, permite, nesta seção, realizar a síntese dialética dos achados. O objetivo é amarrar as conclusões parciais para construir uma resposta fundamentada, e rigorosamente alinhada aos

dados, ao problema de pesquisa: como o trabalho com atividades compartilhadas, de elaboração e resolução de problemas, com auxílio de uma aplicação Web, podem contribuir para o desenvolvimento do pensamento crítico e criativo em matemática dos estudantes do ensino médio integrado ?

A resposta que emerge da totalidade dos dados não é linear, mas contraditória. A análise aprofundada sugere que a principal contribuição da estratégia não foi "produzir" o PCCM de forma completa, mas sim expor a sua dissociação fundamental entre os componentes geradores (criativos) e avaliativos (críticos), criando um ambiente pedagógico onde as tensões inerentes ao ato de aprender se tornam visíveis, monitoráveis e pedagogicamente produtivas.

A análise psicométrica (seção 4.5), em particular, impede-nos de afirmar que a estratégia gerou um "expressivo 'Potencial Crítico-Criativo'" no sentido pleno do conceito (Fonseca & Gontijo, 2020a). Embora os dados tenham revelado momentos de alta performance no componente gerador (fluência, flexibilidade e até originalidade, como no Grupo 1B na Atividade 7 com CR=360), esta mesma análise expôs a sua total desconexão do componente crítico. O fato de o grupo com o maior escore de criatividade ter, simultaneamente, validado três respostas incorretas (falha no filtro crítico) é um achado que contradiz a ideia de um PCCM bem-sucedido. O que os dados mostram, de forma recorrente (At. 4, At. 6, At. 7), é uma falha generalizada na avaliação de evidências.

Dialeticamente, as mesmas dinâmicas que expuseram esta limitação, também revelaram as potencialidades da estratégia. A análise de conteúdo (4.3) mapeou a onipresença da Categoria 4 (Contradição Dialética), manifestada tanto no conflito social (que, quando não mediado, levou ao baixo desempenho, como no Grupo 7A) quanto na Categoria 2 (Colaboração) (onde o "Diálogo Cognitivo" se mostrou o motor para superar o erro). A sala de aula não é um vácuo social (Ramos, 2014), e a ferramenta MENT3C, ao registrar essa luta, quantificou-a (seção 4.4). A alta frequência de "Geração Incorreta" (Categoria 1) acreditamos que não é um fracasso da pesquisa, mas a evidência de que a colaboração, por si só, não garante o rigor, (Carvalho, 2019b). A própria tecnologia, embora potente, impôs suas barreiras (Categoria 5), reiterando que a mediação humana consciente (Oliveira, 2019) permanece insubstituível.

A vivência destas dificuldades reflete-se nos dados de percepção (4.6). A queda no RM sobre a execução da colaboração (Q9) e do feedback (Q12) não pode

ser extrapolada. Ela é, mais sobriamente, o dado empírico que revela a dificuldade e a frustração da colaboração real. Este achado é reforçado pela contradição de que os alunos, ao mesmo tempo, mantiveram uma crença altíssima no valor ideal da colaboração (Q10, Q11).

Retomando a pergunta central, a pesquisa não pode concluir que o trabalho compartilhado mediado pela MENT3C levou a produções criativas consistentes. Também não podemos afirmar, com base neste desenho de pesquisa sem grupo de controle, que a MENT3C causou os resultados observados. O que os dados permitem sugerir é que a estratégia contribui para o processo de desenvolvimento do PCCM, não por eliminar as dificuldades, mas por criar um ambiente onde as contradições se tornam explícitas. A contribuição não foi "instaurar uma práxis autêntica" (o que seria uma extrapolação), mas sim:

1. Diagnosticar a Dissociação Crítica: A ferramenta foi potente em fomentar a geração de ideias (fluência), mas seu maior sucesso foi expor a desconexão entre o componente gerador e o filtro crítico como o principal obstáculo pedagógico.
2. Resignificar o Erro: A plataforma, ao registrar e tornar visível o erro, transformou a "Geração Incorreta" (Categoria 1) em objeto de "Diálogo Cognitivo" (Categoria 2), criando as condições materiais para a "falha produtiva" e a aprendizagem a partir da contradição (Frigotto, 2018).
3. Desmistificar a Colaboração: A estratégia expôs a colaboração não como um ideal harmonioso, mas como um "trabalho social complexo" (Carvalho, 2019b) que exige negociação, "Mediação Pedagógica" (Categoria 2) e gestão de "Contradições Sociais" (Categoria 4).

Dessa forma, a pesquisa alcançou seus objetivos específicos ao criar e aplicar uma ferramenta (Objetivo 1), coletar os dados (Objetivo 2), levantar as percepções (Objetivo 3) e analisar as potencialidades e limitações (Objetivo 4). A síntese desses achados oferece uma resposta dialética: a contribuição da estratégia reside na sua capacidade de diagnosticar a dissociação entre o "criativo" e o "crítico", transformando a sala de aula num microcosmos do "trabalho educativo" (Saviani, 2013), um espaço onde a produção coletiva do conhecimento é revelada com todos os seus desafios e potencialidades reais.

5 PRODUTO EDUCACIONAL

Este capítulo dedica-se à apresentação detalhada do Produto Educacional - PE desenvolvido no processo desta pesquisa. O PE, uma aplicação web intitulada MENT3C, materializa os princípios teóricos e metodológicos discutidos nos capítulos anteriores, oferecendo uma estratégia tangível para abordar o problema de pesquisa: como fomentar o pensamento crítico e criativo em matemática no contexto da Educação Profissional e Tecnológica (EPT) por meio de atividades compartilhadas.

Figura 26 - Logomarca do Produto Educacional MENT3C



Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

A logomarca é composta pelo termo "Mentes" (MENT) ao centro, sendo envolvido por três setas que, simultaneamente, formam três letras "C". Estas setas representam os pilares da Criticidade, da Criatividade e do trabalho Compartilhado, que se interconectam e se reforçam dialeticamente. Este nome e simbologia refletem diretamente o tema central e o título desta dissertação. Para além da descrição textual e das imagens estáticas, um vídeo de apresentação demonstrando a plataforma MENT3C em funcionamento está disponível para consulta.⁸

O texto a seguir descreverá seu conceito, finalidade, arquitetura, dinâmicas pedagógicas, fundamentos teóricos e o contexto no qual foi aplicado, em conformidade com os requisitos para produtos educacionais no âmbito do Mestrado Profissional em Educação Profissional e Tecnológica (ProfEPT).

⁸ Um vídeo de apresentação do Produto Educacional MENT3C está disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=9bWHPUYOJ-s>

5.1 Apresentação do MENT3C: O Que é, Finalidade e Justificativa

O MENT3C é uma aplicação web, acessível publicamente pelo endereço www.ment3c.com.br, concebida como um ambiente digital para facilitar e mediar atividades compartilhadas de elaboração e resolução de problemas matemáticos. O nome é um acrônimo para Mentec Críticas, Criativas em trabalho Compartilhado, encapsulando os três pilares pedagógicos que orientam seu design e sua funcionalidade, refletindo diretamente o tema central e o título desta dissertação.

Estruturalmente, a plataforma foi desenvolvida para ser um ambiente interativo, robusto e flexível, que permite a professores e estudantes engajarem-se em tarefas cognitivas complexas de maneira estruturada. Não se trata de um repositório de conteúdo ou de um sistema de avaliação tradicional, mas de um espaço dinâmico onde o processo de construção do conhecimento é o foco principal. A interação ocorre em "salas" virtuais, nas quais os estudantes, organizados em grupos, colaboram em tempo real para elaborar e resolver problemas matemáticos sob a mediação ativa do professor.

5.1.1 Finalidade

A finalidade primária do MENT3C é servir como uma ferramenta pedagógica e, simultaneamente, como um instrumento de pesquisa para investigar e promover o desenvolvimento do pensamento crítico e criativo em matemática entre estudantes do Ensino Médio Integrado em eletromecânica. O produto visa criar um espaço estruturado, porém flexível, para que os estudantes se engajem em tarefas cognitivas de ordem superior, especificamente atividades compartilhadas de elaboração e resolução de problemas matemáticos.

A expressão tarefas cognitivas de ordem superior designa atividades mentais que exigem processos complexos – como analisar, avaliar e criar – mobilizando pensamento crítico, resolução de problemas e transferência de conhecimentos para situações inéditas, situando-se acima da mera recordação ou compreensão literal de informações. (Anderson; Krathwohl, 2001) Essas tarefas envolvem, segundo a revisão da Taxonomia de Bloom, os três níveis mais elevados do domínio cognitivo (Analisar, Avaliar, Criar), requerendo do indivíduo a coordenação consciente de funções executivas, memória de trabalho e flexibilidade cognitiva (ibidem).

Como ferramenta pedagógica, busca oferecer aos educadores um recurso para implementar metodologias ativas que colocam os estudantes como protagonistas de seu processo de aprendizagem, em linha com as proposições de Freire (1987) sobre uma educação dialógica e não bancária. Como instrumento de pesquisa, foi projetado para coletar dados detalhados sobre as interações, os processos de pensamento e as produções dos estudantes, permitindo uma análise das potencialidades e limitações da estratégia proposta, característica fundamental de um produto educacional desenvolvido no âmbito de um mestrado profissional.

5.1.3 Justificativa para a Aplicação na EPT

A concepção e aplicação do MENT3C no contexto da Educação Profissional e Tecnológica (EPT) são justificadas pela necessidade de inovar o ensino de matemática no Brasil, um campo historicamente marcado por baixo desempenho, desinteresse discente e métodos tradicionais excessivamente focados na memorização e repetição. Na EPT, essa necessidade é amplificada pela dupla função de formar cidadãos críticos e trabalhadores qualificados para um mundo do trabalho em constante transformação.

O produto confronta diretamente a contradição central da educação na sociedade capitalista, conforme destacado por teóricos como Antunes (1999) e Ramos (2014). Por um lado, o sistema produtivo contemporâneo demanda uma força de trabalho cada vez mais complexa, dotada de pensamento crítico, criatividade e capacidade de colaboração. Por outro, o sistema educacional, especialmente aquele historicamente destinado à classe trabalhadora, muitas vezes perpetua um modelo de ensino reprodutivo, individualista e acrítico, que serve à manutenção das relações de poder existentes.

O MENT3C foi projetado para operar dentro dessa tensão dialética. Ele busca desenvolver habilidades valorizadas pelo mundo do trabalho do século XXI — um objetivo central da EPT —, mas o faz utilizando uma metodologia contra-hegemônica. Em vez de promover a competição individualista, a plataforma se fundamenta na colaboração (Nerio, 2019), no diálogo crítico (Freire, 1987) e na subversão das dinâmicas de poder tradicionais da sala de aula, por meio de mecanismos como o anonimato e a validação coletiva.

Assim, a justificativa do MENT3C transcende o aspecto puramente técnico ou

instrumental; ela é política e filosófica, alinhando-se a uma perspectiva de EPT que visa à formação integral, com potencialidade de preparar os estudantes para a empregabilidade, mas, sobretudo, equipando-os com ferramentas para a sua emancipação crítica.

5.2 Arquitetura da Plataforma e Dinâmicas Pedagógicas

Esta seção oferece uma descrição granular da arquitetura do produto e das dinâmicas pedagógicas que ele possibilita, com base nas informações detalhadas do guia detalhado com todas as funções do produto (Apêndice A) e nas observações da fase de teste.

5.2.1. Acesso e Perfis de Usuário

O acesso ao sistema é realizado por meio de uma tela de login segura. Para realizar o primeiro cadastro, o usuário deve ler e manifestar seu aceite explícito (opt-in) aos "Termos de Uso e Política de Privacidade" da plataforma (disponíveis no Apêndice O). Este procedimento é um requisito técnico e ético que garante o consentimento livre e esclarecido do participante, em plena conformidade com a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD - Lei nº 13.709/2018).

O CPF é solicitado como identificador único para o login (evitando duplicidade de contas), e os dados cadastrais (como nome e e-mail) são usados para a gestão pedagógica da sala de aula. Crucialmente, os Termos de Uso esclarecem as duas finalidades do tratamento de dados.

O professor/administrador da sala tem acesso aos dados identificados para fins de mediação pedagógica, acompanhamento e avaliação.

O usuário consente explicitamente que seus dados de atividade (produções, chats, interações) sejam utilizados para fins de pesquisa científica, com a garantia de anonimização rigorosa, desvinculando qualquer produção da identidade pessoal do autor em publicações ou relatórios.

Reforçando o princípio da autonomia e os direitos do titular (LGPD), o sistema oferece ao usuário total controle sobre sua conta. Além das funcionalidades padrão de cadastro e recuperação de senha, é garantido ao usuário o direito de solicitar, a qualquer momento e de forma simplificada, a exclusão completa e definitiva de seu

cadastro e de todos os dados pessoais a ele associados.

Figura 27 - Interface de login e senha.

Fonte: www.ment3c.com.br, 2025.

A plataforma é estruturada em três perfis de usuário distintos, cada um com um conjunto específico de permissões e funcionalidades, desenhados para atender às diferentes funções no processo educativo :

Perfil de estudante que permite ao usuário ingressar em "salas" (sequências didáticas) por meio de um código de acesso fornecido pelo professor. Uma vez na sala, o estudante é alocado em um grupo e pode participar ativamente das atividades, utilizando o chat para comunicação, propondo e validando respostas, e, ao final, visualizando as produções coletivas do seu grupo e de outros.

Perfil de professor que detém a autoridade para criar e gerenciar todo o ciclo de vida de uma sequência didática. Suas permissões incluem a criação de salas, a configuração de atividades, a formação de grupos de estudantes (de forma manual ou aleatória), a mediação das atividades em tempo real e o acesso a um painel de relatórios abrangente para fins avaliativos e de pesquisa.

E por último o perfil de administrador, este é um perfil de superusuário que

acumula todas as permissões dos perfis de estudante e professor. Adicionalmente, possui funções de gerenciamento do sistema, como a validação de novos cadastros de professores, garantindo um controle de qualidade sobre quem pode criar e conduzir atividades na plataforma.

5.2.2 A Sala de Aula Digital

A unidade organizacional central do MENT3C é a "sala", que representa a execução de uma sequência de atividades. Apesar de ser coisas diferentes, este conceito está alinhado com a definição de Zabala (1998, p. 18), citado no referencial teórico desta dissertação, que descreve a sequência didática como "um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais". O professor tem controle total sobre a criação dessa sequência, definindo o número de atividades, seus tipos (elaboração ou resolução), seus parâmetros e a dinâmica de grupo.

Na figura abaixo pode ser observada a tela de criação da sequência de atividades, dando o nome e descrição do objetivo educacional da sequência.

Figura 28 - Tela de criação de atividade parte 1

The screenshot shows the MENT3C web interface. At the top, there is a green header with the MENT3C logo (Mentes Críticas Criativas e Cooperativas) on the left and the user name 'Danilo Administrador' on the right. Below the header, the main content area is titled 'Criando minha sequência de atividades' and includes the room code 'Código da sala: 3EMI25'. There are two buttons: a green 'Iniciar' button with a checkmark and a red 'Sair' button with a door icon. Below this, there is a form with two sections: 'Insira o nome da sequência didática:' with a text input field containing 'Mentes Críticas Criativas Cooperativas em Matemática', and 'Descrição da sequência de atividades:' with a text area containing the text 'Aqui será realizado uma série de atividades com o intuito de estimular o pensamento crítico e criativo em matemática dos estudantes.'

Fonte: www.ment3c.com.br, 2025.

Nas próximas figuras 28 e 29 é possível observar a continuação da tela de criação da sequência de atividades onde é possível inserir listas de exercícios e atividades de elaboração e resolução de problemas que estarão detalhadas no guia

apêndice A desta dissertação.




Figura 29 - Tela de criação de atividade parte 2




Quantidade de grupos: Nomes aleatórios? Sim Não




Nomes que deseja randomizar:
*Separe os nomes por ";" (ex.: João; Maria; José)




Pitágoras;
 Euclides;
 Arquimedes;
 Diofanto;




Lista de Atividades para resolver:




Aquecendo   

Among us 0-70 parte 1   

Among us 0-70 parte 2   

1. Equações com Infinitas Soluções   

2. Construindo Médias e Medianas   

3. Eventos com a Mesma Probabilidade   

























[+ Adicionar Lista de Atividades](#)

Fonte: www.ment3c.com.br, 2025.

Figura 30 - Tela de criação de atividade parte 3

Inserir uma nova atividade a lista da sequência do tipo:

Lista de atividades da sequência:
 Duração Total: 02:03:00

Ordem: <input type="text" value="1"/>	resolver – Conhecendo a aplicação MENT3C Duração: 00:07:00	CONCLUIDA   
Ordem: <input type="text" value="2"/>	resolver – Q1 Produtividade Solidário Duração: 00:12:00	CONCLUIDA   
Ordem: <input type="text" value="3"/>	resolver – Q2 Ônus da manutenção Duração: 00:10:00	CONCLUIDA   
Ordem: <input type="text" value="4"/>	elaborar – Arraiá Solidário do IFB Duração: 00:42:00	CONCLUIDA   
Ordem: <input type="text" value="5"/>	resolver – Resolvendo Questões dos Pares Duração: 00:11:00	CONCLUIDA   
Ordem: <input type="text" value="6"/>	resolver – Equações com Infinitas Soluções Duração: 00:13:00	CONCLUIDA   
Ordem: <input type="text" value="7"/>	resolver – Construindo Médias e Medianas Duração: 00:14:00	CONCLUIDA   
Ordem: <input type="text" value="8"/>	resolver – Eventos com a Mesma Probabilidade Duração: 00:14:00	CONCLUIDA   

[Salvar](#) [Sair](#)

Fonte: www.ment3c.com.br, 2025.

Uma das características pedagógicas mais distintivas da plataforma é a gestão de grupos e identidades. O professor pode formar os grupos manualmente, de forma aleatória ou utilizando uma abordagem híbrida. O sistema permite atribuir apelidos anônimos aos estudantes, como "Gauss", "Euler", "Hypatia", a partir de uma lista pré-configurada pelo professor.

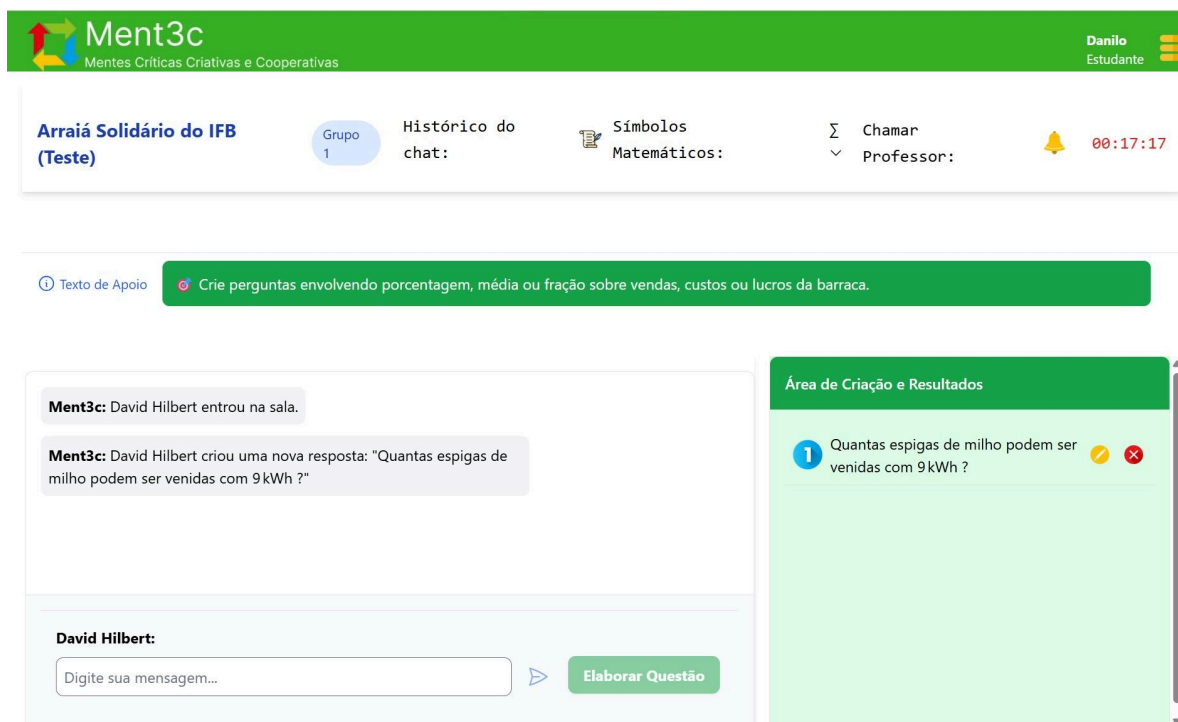
O anonimato visa mitigar a ansiedade social, neutralizar hierarquias de popularidade ou desempenho pré-existentes e incentivar uma participação focada no mérito das ideias, e não na identidade de quem as propõe. Essa estratégia busca criar um ambiente mais seguro para a expressão, alinhando-se à proposta de Carvalho (2019b) sobre a mediação de relações de poder para fomentar a criatividade compartilhada. Para garantir a responsabilidade e a possibilidade de avaliação, o professor mantém, em sua interface, o acesso aos nomes verdadeiros dos estudantes associados a cada apelido.

5.2.3 A Dinâmica da Atividade de Elaboração de Problemas

A atividade de elaboração de problemas é estruturada em fases distintas para guiar os estudantes desde o *brainstorming* inicial até a produção de um artefato matemático polido e validado coletivamente. Esse fluxo foi desenhado para operacionalizar os construtos teóricos de pensamento criativo e crítico.

A primeira fase é uma fase de criação. Nesta fase inicial, os estudantes são instruídos a, colaborativamente, criar o maior número possível de problemas matemáticos dentro de um tempo determinado pelo professor. O objetivo é estimular a fluência, flexibilidade e originalidade de pensamento, um componente chave do modelo de pensamento crítico e criativo em matemática de Fonseca e Gontijo (2020a). As ideias são discutidas no chat do grupo e, quando há consenso, são formalizadas na "Área de Criação e Resultados", na tela apresentada a seguir.

Figura 31 - Interface da atividade de elaboração, mostrando o chat à esquerda e a área de criação e resultados propostos à direita Fase 1



Fonte: www.ment3c.com.br, 2025.

A segunda é uma fase de aprimoramento e validação coletiva, em que após a fase de criação, a dinâmica muda. Os estudantes devem agora produzir e validar coletivamente as soluções para os problemas que eles mesmos criaram. O mecanismo central aqui é a validação coletiva. Qualquer edição, exclusão ou a validação final de um problema ou de sua solução requer a concordância unânime de todos os membros do grupo. Se um único membro discordar, o processo é interrompido e o sistema solicita que o estudante justifique sua discordância, forçando uma nova rodada de discussão.

Este mecanismo de validação é a concretização de conceitos teóricos abstratos. Ele força a tomada de decisão, a avaliação de evidências e a argumentação que Fonseca e Gontijo (2020a) descrevem como essenciais para o pensamento crítico e criativo em matemática. Adicionalmente, cria as condições materiais para a criatividade compartilhada de Carvalho (2019b), na qual o conhecimento é construído por meio da interação social e da negociação de poder e ideias. A aplicação, portanto, não é um mero contêiner de problemas, mas um motor que impulsiona processos sociocognitivos específicos e alinhados à teoria. Na próxima figura pode ser observado a interface da dinâmica de elaboração na fase 2.

Figura 32 - Interface da atividade de elaboração, mostrando o chat à esquerda e a área de criação e resultados propostos à direita Fase 2

The screenshot shows the Ment3c interface. At the top, there is a green header with the Ment3c logo and the text 'Mentes Críticas Criativas e Cooperativas'. On the right of the header, the name 'Danilo Estudante' is visible. Below the header, there is a navigation bar with 'Arraiá Solidário do IFB (Teste)', 'Grupo 1', 'Histórico do chat:', 'Símbolos Matemáticos:', 'Chamar Professor:', and a timer '00:19:36'. The main area is split into two panels. The left panel, titled 'QUESTÃO 1 de 1 para validar:', contains a question 'Quantas espigas de milho podem ser venidas com 9 kWh?' and a chat history showing a student's response '100'. The right panel, titled 'Área de Criação e Resultados', shows the question, the student's answer '100', and a 'VALIDAR' button.

Fonte: www.ment3c.com.br, 2025.

5.2.4 A Dinâmica da Atividade de Resolução de Problemas

A atividade de resolução permite que os estudantes enfrentem problemas que podem ser originados de duas fontes: uma lista pré-definida pelo professor ou, de forma mais inovadora, o banco de problemas criados por outros grupos de estudantes na atividade de elaboração anterior. Este segundo caminho só é possível para problemas que o professor tenha previamente validado, inserindo um ponto de mediação e curadoria pedagógica fundamental.

O professor detém controle sobre diversos parâmetros, como o método de distribuição dos problemas (aleatório ou fixo para todos os grupos), o tempo de resolução e a possibilidade de habilitar um tempo mínimo obrigatório de permanência em uma questão antes que a validação da resposta seja permitida.

Uma funcionalidade opcional, mas pedagogicamente rica, é a fase de comentários. Quando habilitada, após resolver um problema, o grupo deve redigir e validar coletivamente um comentário construtivo sobre o problema que acabaram de solucionar. Isso estrutura o *feedback* por pares, incentivando a reflexão metacognitiva sobre a clareza, a dificuldade e a qualidade do problema elaborado por seus colegas. Adicionalmente, os estudantes classificam a dificuldade percebida do problema em uma escala de 1 a 5, gerando dados valiosos sobre a complexidade das questões.

Figura 33 - Interface da atividade de resolução, mostrando um problema elaborado por pares e a área para o grupo construir sua solução

The screenshot displays the Ment3c interface. At the top, there is a green header with the Ment3c logo and the text "Mentes Críticas Criativas e Cooperativas". On the right side of the header, the user's name "Danilo" and role "Estudante" are visible. Below the header, there is a navigation bar with "Q1 Produtividade Solidário (Teste)", "Grupo 1", "Histórico do chat:", "Símbolos Matemáticos: Σ ", and "Chamar Professor: 00:08:52".

The main content area features a blue box with the objective: "Objetivo Acertar as 3 questões de porcentagem e probabilidade e descobrir quem é o impostor sabotando os números da cooperativa. COMO FUNCIONA? 1. Leia & debata. Conversem no chat e façam a conta juntos. 2. Poste a resposta Qualquer pessoa cli...". Below this, a green box contains the problem: "No último trimestre, 18 de 60 pedidos foram entregues antes do prazo graças aos ajustes nos motores. Qual a porcentagem de entregas adiantadas?".

The chat area shows a message from "David Hilbert: oi pessoal" and a system message: "Ment3c: David Hilbert criou uma nova resposta: '30%'". At the bottom of the chat, there is a text input field for "David Hilbert" and a "Criar Resultado" button.

On the right side, there is a panel titled "Área de Criação e Resultados" showing a progress indicator of "30%" and a "VALIDAR" button at the bottom.

Fonte: www.ment3c.com.br, 2025.

5.2.5 Ferramentas de Mediação Ativa e Colaboração

O MENT3C foi projetado para posicionar o professor como um mediador ativo e central no processo de aprendizagem, e não como um observador passivo. Isso se manifesta em um conjunto de ferramentas que equilibram controle e liberdade.

O professor possui a capacidade de intervir dinamicamente na atividade. Ele pode conceder mais tempo, encerrar uma atividade antecipadamente, remover temporariamente um estudante por inatividade ou comportamento inadequado, e pode alterar, excluir ou validar unilateralmente qualquer produção a qualquer momento. Essas ferramentas oferecem a flexibilidade necessária para gerenciar o fluxo imprevisível de uma sala de aula real e para guiar o processo pedagógico de acordo com os objetivos de aprendizagem, materializando a práxis educativa discutida por Zabala (1998).

Além dessas ferramentas de intervenção direta, a interface do professor é enriquecida com um painel de monitoramento em tempo real, que oferece uma visão instantânea do engajamento e da produtividade de cada grupo. Este painel exibe indicadores quantitativos cruciais para a mediação pedagógica, como: Pedido de

Assistência, Quantidade de mensagens, Resultados produzidos, Resultados excluídos, Resultados alterados, Discordâncias e o Tempo sem mensagem. Adicionalmente, o professor pode verificar o status de cada estudante (online ou offline) dentro da atividade, permitindo identificar rapidamente a inatividade ou problemas de conexão. Essa visão panorâmica e detalhada possibilita intervenções mais precisas e informadas, ajustadas às necessidades específicas de cada grupo.

Figura 34 - Painel de mediação do professor, exibindo os indicadores em tempo real por grupo

The screenshot shows the Ment3c interface for a teacher. At the top, the Ment3c logo and name are visible, along with the user's name 'Danilo Administrador'. The main heading is 'Q1 Produtividade Solidário (Teste)' (Phase 1), with a room code '3L5CUN'. On the right, there are controls for the activity: play, pause, and stop buttons, and a timer showing 'Tempo da atividade (parada) 00:05:27' and 'Tempo total PAUSADO 00:10:00'. Below this is the 'Enunciado' (Objective) section, which states: 'Objetivo Acertar as 3 questões de porcentagem e probabilidade e descobrir quem é o impostor sabotando os números da cooperativa. COMO FUNCIONA? 1. Leia & debata Conversem no chat e façam a cont...'. The 'Grupos' (Groups) section shows 'Grupo 1' with two members: Danilo Gonçalves da Fonseca (David Hilbert) and Mateus Gianni Fonseca (Joseph-Louis Lagrange). A list of indicators for the group is provided: 'Pedido de Assistência: 1', 'Quantidade de mensagens: 3', 'Resultados: 1', 'Resultados excluídos: 0', 'Resultados alterados: 0', 'Discordâncias: 0', and 'Tempo sem mensagem: 00:00:55'. On the right, a chat window shows a message from 'Prof. Danilo: Vamos la pessoal' and a response from 'Danilo (David Hilbert): Ta bom!'. Below the chat is a text input field for the teacher, a dropdown menu set to 'Todos os Grupos', and an 'Enviar' button.

Fonte: www.ment3c.com.br, 2025.

Os estudantes também são empoderados com ferramentas de colaboração. O botão "Chamar Professor" cria um canal de comunicação direto para solicitar ajuda ou mediação. O chat integrado e os filtros para visualização das produções permitem que os grupos se auto-organizem e colaborem eficientemente dentro da estrutura da atividade.

A plataforma, portanto, materializa uma dialética pedagógica. Ela concede ao professor um controle significativo para estruturar o ambiente e intervir quando necessário. Ao mesmo tempo, oferece aos estudantes ferramentas e processos

(anonimato, validação coletiva) que fomentam a autonomia, a livre expressão e o poder colaborativo. O papel do professor é transformado no de um mediador habilidoso, que utiliza seu controle para criar um espaço seguro e produtivo para a liberdade intelectual e a criatividade florescerem.

5.2.6 O Produto como Instrumento de Pesquisa: Relatórios e Indicadores

Uma característica central do MENT3C é sua capacidade de coleta de dados, o que reforça seu duplo papel como ferramenta pedagógica e instrumento de pesquisa, um traço distintivo de um produto educacional de um programa de mestrado profissional como o ProfEPT.

A natureza detalhada e específica dos dados coletados pela plataforma transcende a de um Sistema de Gestão de Aprendizagem (LMS) convencional. Indicadores como Tempo parado, Discordâncias e Maior sem msg (maior tempo sem um membro do grupo enviar mensagem) foram claramente desenhados para uma análise de pesquisa refinada, conforme utilizados no Capítulo 4 desta dissertação. Essa dupla função é uma justificativa chave para seu desenvolvimento no âmbito de um projeto de pesquisa acadêmica.

O painel do professor dá acesso a relatórios abrangentes. É possível visualizar e exportar os registros de chat de cada grupo, o histórico completo de todas as produções (incluindo versões alteradas e excluídas) e gráficos que visualizam os indicadores quantitativos de engajamento. Dentro dessa interface, o professor também pode inserir *feedbacks* e comentários diretamente nas produções dos estudantes, que ficam registrados para consulta posterior.

Figura 35 - Exemplo da tela de relatório

The screenshot displays the Ment3c reporting interface. At the top, the logo 'Ment3c' is visible with the tagline 'Mentes Críticas Criativas e Cooperativas'. The user 'Danilo Administrador' is logged in. The report title is 'Mentes Críticas Criativas Cooperativas em Matemática (Cópia)' and the group ID is '3L5CUN'. The group is 'Grupo 1'. A 'Gerar Relatório PDF' button is present. The 'Observações' section is currently empty. A list of activities is shown, including 'Conhecendo a aplicação MENT3C', 'Q1 Produtividade Solidário', 'Q2 Ônus da manutenção', 'Q3 Risco de parar produção', 'Arraiá Solidário do IFB', 'JIFB 2025: Matemática na Arquibancada', and 'Arraiá Solidário do IFB (Teste)'. The 'Indicadores da Atividade' section shows: Chamados (0), Mensagens (0), Produtos (1), Produtos Excluídos (0), Produtos Alterados (0), Resultados (1), Resultados Excluídos (0), Resultados Alterados (0), and Discordâncias (0). A 'Comparar Indicadores entre os Grupos' button is at the bottom. A preview of a question is shown: 'Quantas espigas de milho podem ser venidas com 9 kWh?'. The interface includes a 'Conversas da Atividade' section with a scroll icon.

Fonte: www.ment3c.com.br, 2025.

5.3 Especificações Técnicas do Produto Educacional

Para complementar a caracterização do MENT3C e oferecer transparência sobre sua materialidade, esta seção detalha suas especificações técnicas. O

desenvolvimento de um *software* educacional, conforme apontam estudos na área, envolve a complexa integração entre princípios didáticos e pedagógicos e métodos da Engenharia de *Software*, e a análise de suas características é fundamental para compreender o esforço de desenvolvimento e seu potencial de replicação e manutenção.

O desenvolvimento da aplicação foi um processo desafiador e complexo, conduzido integralmente pelo pesquisador. O ciclo de desenvolvimento estendeu-se de fevereiro de 2024 a abril de 2025, com aprimoramentos contínuos implementados até 21 de julho de 2025, culminando na versão 1.0.15 do cliente e 1.0.13 do servidor.

5.3.1 Arquitetura Tecnológica

O MENT3C foi desenvolvido seguindo uma arquitetura moderna de cliente-servidor:

Cliente (*Frontend*), a interface do usuário foi construída utilizando a biblioteca *React*, uma das tecnologias mais proeminentes para o desenvolvimento de interfaces de usuário interativas. A estilização foi realizada com o *framework Tailwind CSS*, que permite a criação de designs customizados de forma ágil.

Servidor (*Backend*), o servidor foi desenvolvido em Node.js, utilizando o *framework Express.js* para a criação das *APIs RESTful* que gerenciam os dados. A comunicação em tempo real, essencial para as dinâmicas colaborativas como o chat e as validações coletivas, foi implementada com o uso de *WebSockets*.

As informações da plataforma são armazenadas em um banco de dados relacional *MySQL*, escolhido por sua robustez e confiabilidade.

5.3.2 Métricas de Tamanho e Complexidade

Uma métrica comum para avaliar o tamanho de um *software* é a contagem de Linhas de Código (LOC, do inglês *Lines of Code*). A figura abaixo resume a dimensão do código-fonte do MENT3C, excluindo-se linhas em branco e comentários para uma medição mais precisa do código lógico (LLOC).

Figura 36 - Linhas de Código (LOC) do Sistema MENT3C

COMPONENTE	ARQUIVOS	LINHAS DE CÓDIGO (LOC)
Cliente (Frontend)	48	15.737
Servidor (Backend)	22	10.626
Total	70	26.363

Fonte: Relatório de extração automática de código, versão 1.0.15 (cliente) / 1.0.13 (servidor), 2025.

Com um total de aproximadamente 26,4 mil linhas de código (KLOC), o MENT3C se enquadraria, segundo o modelo COCOMO, como um projeto de porte Pequeno a Médio (tipicamente entre 2 e 50 KLOC). No entanto, a métrica LOC, embora útil para estimativas de esforço, é notoriamente insuficiente para capturar a real complexidade de um sistema.

Uma métrica mais adequada para avaliar a complexidade lógica de um *software* como o MENT3C é a Complexidade Ciclomática de *McCabe*. Esta métrica quantifica o número de caminhos linearmente independentes através do código-fonte de um programa, contando o número de pontos de decisão (como *if*, *while*, *switch*). Um valor elevado de complexidade ciclomática indica um código com muitas estruturas de decisão, o que aumenta o esforço de teste e manutenção e o risco de defeitos.

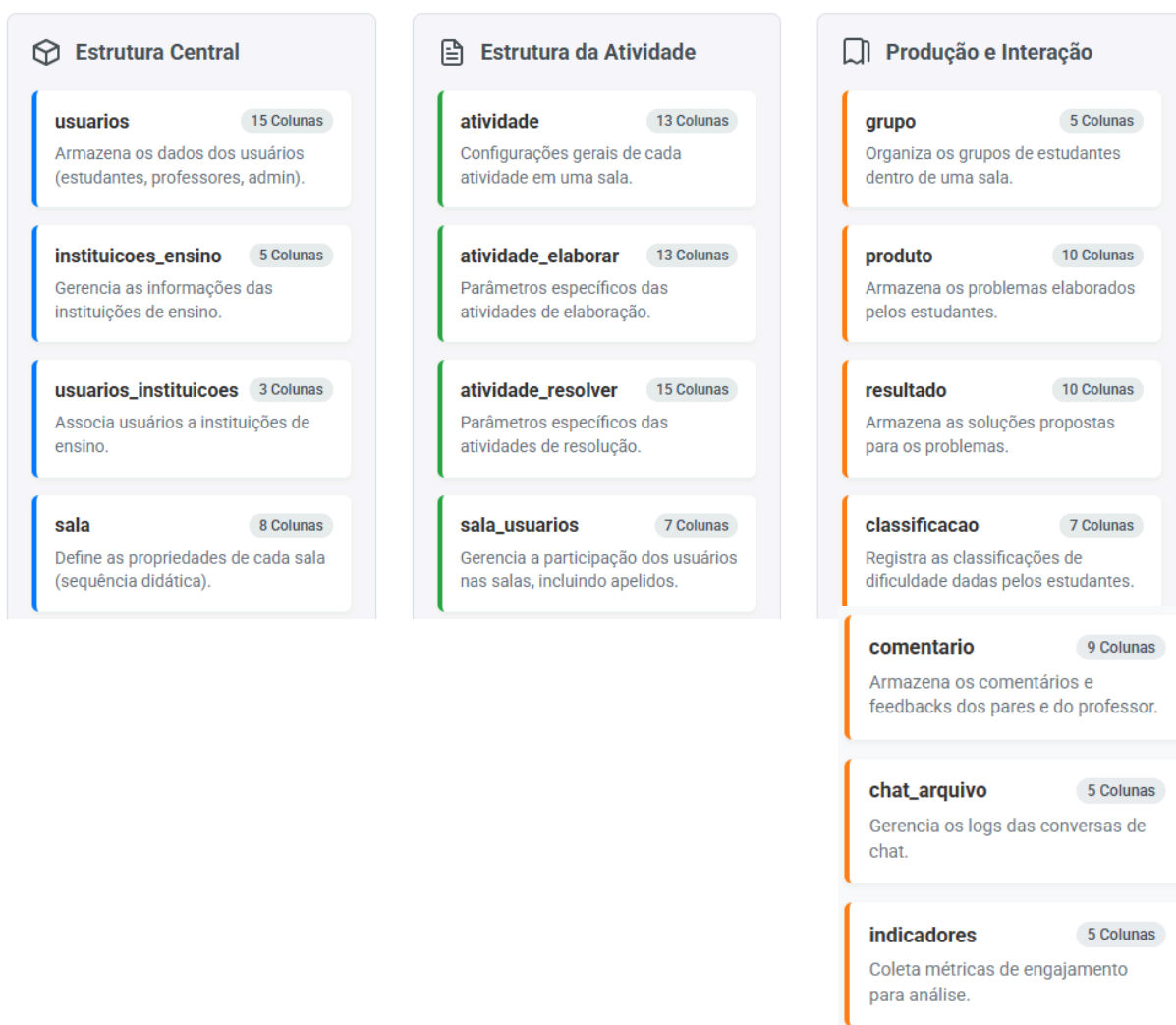
A plataforma MENT3C, por sua natureza, possui uma alta complexidade lógica. Suas funcionalidades centrais — como a gestão de múltiplos estados de atividade (não iniciada, em andamento, pausada, concluída), o controle de fases com diferentes regras e temporizadores, a lógica de validação coletiva que exige consenso unânime, e a comunicação em tempo real via *WebSockets* — dependem de um grande número de estruturas condicionais e laços de controle. Portanto, embora seu tamanho em KLOC seja modesto, sua complexidade ciclomática é consideravelmente alta, refletindo um sistema interativo e reativo, muito mais complexo do que um *software* de processamento de dados de tamanho similar, pois a plataforma gerencia estados (“não iniciada”, “em andamento”, “pausada”, “concluída”), impõe regras de consenso unânime, habilita *feedback* assíncrono e

garante sincronia de dezenas de usuários simultâneos. O resultado é um código compacto quando comparado a seu escopo pedagógico, mas com complexidade ciclômica acima da média, sinalizando um produto educacional robusto, com potencial inovador e tecnicamente desafiador — atributos que valorizam o MENT3C tanto como ferramenta didática quanto como artefato de pesquisa.

5.3.3 Modelo de Dados

A complexidade do sistema também se reflete em seu modelo de dados no banco de dados MySQL. A estrutura foi projetada com 15 tabelas inter-relacionadas para suportar as dinâmicas pedagógicas e registrar dados detalhados para pesquisa.

Figura 37 - Estrutura do Banco de Dados MENT3C



Fonte: produzido pelo autor, 2025.

A interconexão dessas tabelas é fundamental para o funcionamento da plataforma, permitindo desde a gestão de permissões até a geração de relatórios detalhados.

5.3.4 Exemplo de Código-Fonte

Para ilustrar a complexa gestão de estado e tempo real no servidor, apresenta-se um trecho de código do arquivo controleAtividadeResolver.js. A função iniciarFase é central para a orquestração da dinâmica da atividade, sendo responsável por iniciar cada etapa, controlar sua duração e comunicar o estado atual para todos os participantes.

Figura 38 – Trecho do arquivo /src/utis/controlAtividadeResolver.js

```

async iniciarFase(atividade_id, codigo_sala) {
  const chaveAtividade = `${codigo_sala}-${atividade_id}`;
  const atividadeState = this.atividadesEmAndamento[chaveAtividade];

  if (!atividadeState || atividadeState.status !== 'ativa') {
    logger.warn(`Estado inválido para iniciar fase: ${atividadeState?.status}`);
    return;
  }

  // Verificação final de consistência
  if (atividadeState.timers[atividadeState.fase]) {
    logger.error(`Tentativa de iniciar fase ${atividadeState.fase} com timer
    existente!`);
    this.limparTimersFase(atividadeState, atividadeState.fase);
  }

  const { fase, tempoRestanteFase, textos, timers, intervals } =
  atividadeState;
  const { habilitar_avancar_enun1 } = atividadeState.outrasColunasResolver
  || {};
  const room = `${codigo_sala}-atividade-${atividade_id}`;

  // 1. Incrementar a versão da fase para evitar callbacks obsoletos
  atividadeState.faseVersion = (atividadeState.faseVersion || 0) + 1;
  const currentVersion = atividadeState.faseVersion;

  // 2. Limpar timers existentes
  this.limparTimersFase(atividadeState, fase);

```

// 3. Buscar grupos ativados (para, por exemplo, iniciar o countdown se habilitado)

```
const todosGrupos = await buscarGruposDaSala(codigo_sala);
const gruposAtivados = todosGrupos.filter(g => g.status === 'ATIVADO');
```

// 4. Definir o texto a ser enviado

```
const tempoFase = tempoRestanteFase[fase];
```

```
let textoFase = "";
```

```
switch (fase) {
```

```
  case FASE_INICIAL:
```

```
    textoFase = textos.texto_inicial || "";
```

```
    break;
```

```
  case FASE_ENUN1:
```

```
    textoFase = textos.enun1 || "";
```

```
    if (habilitar_avancar_enun1) {
```

```
      gruposAtivados.forEach(grupo => {
```

```
        this.iniciarCountdownAvancar(codigo_sala, atividade_id,
```

```
        grupo.id_grupo);
```

```
      });
```

```
    }
```

```
    break;
```

```
  default:
```

```
    logger.error(`Fase desconhecida: ${fase}`);
```

```
    return;
```

```
}
```

```
if (fase === FASE_ENUN1) {
```

```
  // Reinicia o contador apenas agora (após fase inicial)
```

```
  const gruposAtivos = await buscarGruposAtivos(codigo_sala,
```

```
  atividade_id);
```

```
  for (const grupo of gruposAtivos) {
```

```
    const roomGrupo = `${codigo_sala}-${grupo.id}`;
```

```
    logger.info(`Contador de tempo sem mensagem reiniciado para o grupo  
${roomGrupo}`);
```

```
    chatUtils.resetNoMessageCounter(this.io, this.timeWithoutMessage,  
    roomGrupo);
```

```
  }
```

```
}
```

// 5. Se o tempo restante for <= 0, encerra a fase imediatamente

```
if (tempoFase <= 0) {
```

```
  logger.info(`Tempo da fase ${fase} zerado. Avançando...`);
```

```
  return this.terminarFase(atividade_id, codigo_sala);
```

```
}
```

// 6. Notificar os clientes do início da fase

```
this.io.to(room).emit('estadoAtividade', {
```

```
  atividade_id,
```

```
  fase,
```

```

    texto: textoFase,
    duracao: tempoRestanteFase[fase],
  });

  // 7. Configurar timers: marca início e que não está pausada
  atividadeState.inicioFaseTimestamp = Date.now();
  atividadeState.isPaused = false;

  // Timer principal para término da fase (usando uma variável local para o
  tempo)
  const tempoParaTerminar = tempoRestanteFase[fase];
  timers[fase] = setTimeout(() => {
    if (atividadeState.faseVersion !== currentVersion) {
      logger.warn(`setTimeout callback ignorado: versão desatualizada para
atividade ${atividade_id} na fase ${fase}.`);
      return;
    }
    if (atividadeState.isPaused) {
      logger.warn(`setTimeout callback disparado enquanto atividade
${atividade_id} na fase ${fase} está pausada. Callback ignorado.`);
      return;
    }
    logger.info(`setTimeout callback disparado para atividade ${atividade_id}
na fase ${fase}, encerrando fase.`);
    this.terminarFase(atividade_id, codigo_sala);
  }, tempoParaTerminar * 1000);

  // Interval para atualização do tempo restante, a cada segundo
  intervals[fase] = setInterval(() => {
    if (atividadeState.faseVersion !== currentVersion) return;
    if (atividadeState.isPaused) return;

    const tempoDecorrido =
getTempoDecorrido(atividadeState.inicioFaseTimestamp);
    const tempoRestante = Math.max(tempoRestanteFase[fase] -
tempoDecorrido, 0);
    if (tempoRestante > 0) {
      this.io.to(room).emit('timeUpdate', { atividade_id, fase, tempoRestante });
    }
  }, 1000);

  logger.info(`Fase ${fase} iniciada com ${tempoRestanteFase[fase]}s
restantes.`);
}

```

Fonte: Arquivo /src/utils/controlAtividadeResolver.js do servidor v.1.0.13 produzido pelo autor, 2025.

Este fragmento de código exemplifica o núcleo da complexidade lógica do *backend*. Ele não apenas gerencia o estado da atividade (qual fase está ativa), mas também orquestra a temporalidade da experiência do usuário de forma robusta. A função `iniciarFase` é responsável por: (1) notificar todos os clientes em tempo real sobre o início de uma nova fase via *WebSockets* (`this.io.to(room).emit`); (2) configurar múltiplos temporizadores (`setTimeout` para o término da fase e `setInterval` para a atualização contínua do cronômetro); e (3) implementar salvaguardas, como o versionamento de fase (`faseVersion`), para garantir a consistência do estado e evitar que ações assíncronas obsoletas interfiram na dinâmica atual. Essa gestão precisa de estado e tempo é crucial para o funcionamento síncrono e colaborativo da plataforma.

5.4 Análise da Aplicação do Produto e Considerações

Este capítulo dedica-se à análise dos dados coletados por meio do questionário de avaliação (Apêndice G), que foi administrado aos 19 estudantes e ao professor que participaram do encontro final da pesquisa. A análise aqui empreendida busca avaliar a aplicação MENT3C, interpretando as percepções dos participantes à luz dos resultados objetivos (analisados no Capítulo 4) e do referencial teórico desta dissertação.

Para estabelecer uma base quantitativa sobre o acolhimento do produto, iniciamos com uma visão panorâmica das respostas ao questionário. Os dados, consolidados na Figura 39, revelam uma recepção majoritariamente positiva por parte dos participantes, indicando que a percepção sobre a estratégia pedagógica foi relevante.

Figura 39 - Síntese das Respostas Quantitativas do Questionário de Avaliação da MENT3C (N=20)

QUESTÃO RESUMIDA	1: MÍNIMO	2: BAIXO	3: POSITIVO	4: MÁXIMO
1. Atendeu às expectativas?	0%	20%	40%	40%
2. Contribuiu para a aprendizagem?	0%	25%	55%	20%
3. Aumentou a confiança?	5%	20%	50%	25%
4. Impactou na inovação?	0%	25%	45%	30%
5. Facilitou a colaboração?	5%	40%	30%	25%
6. Estimulou o pensamento crítico?	0%	10%	50%	40%
7. Estimulou o pensamento criativo?	0%	20%	45%	35%
8. Contribuiu para abordagem inovadora?	0%	25%	50%	25%

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados do Apêndice G (as legendas foram adaptadas para síntese), 2025.

Aprofundando a análise, focamos nos itens do questionário que avaliam o impacto percebido sobre os temas centrais desta pesquisa. Os dados revelam que os participantes perceberam a MENT3C como um catalisador eficaz. Noventa por cento (90%) dos participantes sentiram que a aplicação "Estimulou" seu pensamento crítico (Questão 6), e 80% perceberam que o sistema "Estimulou" seu pensamento criativo (Questão 7). Essa percepção positiva se desdobra em um aumento da autoconfiança, com 75% dos respondentes afirmando que a ferramenta contribuiu para aumentar sua segurança ao expressar ideias (Questão 3).

O achado mais significativo desta seção, contudo, é a profunda contradição entre esta percepção subjetiva positiva e os dados de desempenho objetivo analisados no Capítulo 4. Embora os alunos tenham sentido que o PCCM foi estimulado, a análise psicométrica (Seção 4.5) demonstrou o oposto: as produções foram, na sua maioria, convencionais (baixa originalidade, como na Atividade 6) e marcadas por uma falha generalizada no filtro crítico (alta taxa de invalidação, como os 61% na Atividade Iconográfica e os 3 erros validados pelo Grupo 1B na Atividade 7).

Portanto, a evidência tangível que os alunos parecem ter percebido não foi a de produzir soluções originais e válidas (o que, de fato, não ocorreu consistentemente), mas sim a própria experiência de "gerar múltiplas ideias" (fluência) e "formular problemas", como alinhado ao conceito de Fonseca e Gontijo (2020a). A práxis de fazer matemática (a ação) parece ter reconfigurado a autoimagem dos estudantes (a percepção), mesmo quando o produto final dessa práxis falhava em atender aos rigorosos critérios do PCCM.

A análise da percepção sobre a colaboração revela essa mesma dissociação. As respostas qualitativas à Questão 10 convergem para o chat e, enfaticamente, para o anonimato como funcionalidade mais útil. Comentários como "A anonimidade dos alunos, pois deixou cada um expressar seu pensamento sem o medo do julgamento dos colegas" e "menos conflito na resolução das questões" validam a hipótese de que o anonimato pode mediar as relações de poder (Carvalho, 2019b) e criar condições para um diálogo mais autêntico (Freire, 1987).

Em aparente paradoxo com o sucesso percebido do anonimato, a questão quantitativa sobre a colaboração (Questão 5) apresentou o resultado mais baixo de todo o questionário: apenas 55% sentiram que a ferramenta facilitou o trabalho. A explicação para esta percepção crítica emerge das respostas abertas (Questões 9 e 11), que identificam o mecanismo de validação coletiva como o principal ponto de atrito. Críticas como "Achei complicado o sistema de validação" e "o grupo atrapalha, pois requer votação de todos" apontam para uma frustração com a interdependência forçada pelo sistema.

Essa fricção, no entanto, deve ser interpretada à luz do referencial dialético. O sistema de validação unânime foi projetado para tornar explícitas as contradições do trabalho coletivo (Categoria 4). Em uma atividade tradicional, o dissenso é ignorado; na MENT3C, as regras impedem essa dinâmica. Cada discordância (como as 44 registradas na Atividade 5) torna-se um bloqueio que exige negociação. A frustração dos estudantes (Questão 5) não é com uma falha de design, mas com a dificuldade do "trabalho educativo" (Saviani, 2013) de construir um consenso autêntico. A MENT3C não tornou a colaboração mais fácil, mas sim mais explícita e exigente.

Portanto, a análise integrada dos dados do questionário não permite afirmar que o produto foi avaliado com sucesso no sentido de ter desenvolvido o PCCM. O que os dados confirmam é a principal contradição desta pesquisa: os participantes perceberam um estímulo ao PCCM (Q6, Q7), ao mesmo tempo em que avaliaram

negativamente a mecânica central da colaboração (Q5).

As contradições identificadas na percepção constituem um achado rico desta análise. Elas reforçam a conclusão do Capítulo 4: a MENT3C funciona como uma ferramenta de diagnóstico que expõe a dissociação entre o componente gerador (percebido como positivo) e o componente crítico (cuja mecânica, a validação, foi percebida como frustrante).

Isso sugere que a utilização futura da MENT3C deve ser acompanhada de uma mediação docente que promova a metacognição sobre esse processo. A avaliação do MENT3C, portanto, reforça que a tecnologia na educação não é um vetor neutro, mas uma práxis materializada. A arquitetura da MENT3C incorpora uma visão pedagógica que valoriza a superação de contradições (Frigotto, 2018). A sua recepção positiva na percepção, aliada à frustração com a sua mecânica, confirma o potencial de se projetar ambientes digitais que não evitam as dificuldades, mas as utilizam como o principal mecanismo para expor os desafios do desenvolvimento das habilidades complexas demandadas pela EPT.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Chegamos ao final desta jornada investigativa, um percurso que buscou mergulhar nas complexas dinâmicas da sala de aula para compreender como a tecnologia e a colaboração poderiam interagir com o desenvolvimento do pensamento crítico e criativo em matemática. Este capítulo final não representa um ponto de chegada, mas um momento de balanço e reflexão, que retoma os objetivos da pesquisa, descreve sinteticamente o processo e aponta as conclusões que emergiram da análise rigorosa dos dados.

Esta pesquisa nasceu de uma inquietação diante das dificuldades estruturais no ensino de matemática no Brasil, um cenário marcado pelo baixo desempenho e por uma cultura escolar focada na memorização. Ancorados no Materialismo Histórico-Dialético (MHD), compreendemos este cenário como reflexo de um modelo educacional historicamente dual. O problema que orientou este trabalho foi: como o trabalho com atividades compartilhadas, de elaboração e resolução de problemas, com auxílio de uma aplicação Web, podem contribuir para o desenvolvimento do pensamento crítico e criativo em matemática (PCCM) dos estudantes do ensino médio integrado?

Para enfrentar essa questão, traçamos um percurso teórico-metodológico (Capítulo 2) que articulou três eixos centrais. Partimos da definição operacional do nosso objeto, o PCCM (Fonseca; Gontijo, 2020a), e da sua dimensão social, fundamentada na criatividade compartilhada (Carvalho, 2019b). Para conectar estes eixos e viabilizar a intervenção, o referencial aprofundou-se no papel da tecnologia, ancorado nas discussões de Moran (2021). A visão de Moran sobre o uso de ambientes digitais e metodologias ativas foi crucial para conceber uma ferramenta que buscasse colocar os educandos como atores ativos no processo de ensino-aprendizagem. Esta abordagem instrumentalizou a tecnologia como uma mediadora da práxis educativa (Freire, 1987), ou seja, um meio para mover os alunos da "educação bancária" (crítica de Freire) para a ação-reflexão. A metodologia (Capítulo 3) materializou essa visão numa abordagem quali-quantitativa de pesquisa-participante. Esta práxis concretizou-se no desenvolvimento e uso do produto educacional MENT3C (Capítulo 5), que funcionou como a própria materialização da nossa hipótese de trabalho.

A análise dos dados (Capítulo 4) foi o momento de mergulhar nessa práxis

para desvelar suas potencialidades, limitações e, sobretudo, suas contradições. A articulação das cinco Categorias permitiu construir uma resposta dialética à pergunta de pesquisa, que agora apresentamos.

A análise integrada dos dados não permite afirmar que a estratégia MENT3C, por si só, "desenvolveu" o PCCM ou levou a produções consistentemente criativas. Pelo contrário, a resposta que emerge da totalidade dos dados é mais complexa e, pedagogicamente, mais profunda: a principal contribuição da estratégia não foi "produzir" o PCCM de forma completa, mas sim expor a sua dissociação fundamental entre os componentes geradores (criativos) e avaliativos (críticos), criando um ambiente onde as tensões inerentes ao ato de aprender se tornaram visíveis e pedagogicamente trabalháveis.

O Objetivo 1 (Criar uma aplicação web) e o Objetivo 2 (Coletar discursos e resultados) foram plenamente alcançados, como detalhado no Capítulo 5 e nos apêndices. A análise desses dados (Objetivo 4) revelou os seguintes achados centrais.

Primeiro, foi diagnosticada uma profunda dissociação entre os componentes do PCCM. A análise psicométrica (Seção 4.5) impede-nos de afirmar que houve um expressivo Potencial Crítico-Criativo no sentido pleno do conceito (Fonseca; Gontijo, 2020a). Embora os dados tenham revelado momentos de alta performance no componente gerador (fluência, flexibilidade e até originalidade, como no Grupo 1B na Atividade 7 com CR=360), esta mesma análise expôs a sua total desconexão do componente crítico. O fato de o grupo com o maior escore de criatividade ter, simultaneamente, validado três respostas incorretas (falha no filtro crítico) é o achado central que contradiz a ideia de um PCCM bem-sucedido. O que os dados mostraram, de forma recorrente (seção: 4.5.1, 4.5.5), foi uma falha generalizada na avaliação de evidências. A intervenção, portanto, não "criou" o PCCM, mas diagnosticou a sua principal barreira: os alunos, reflexo de uma cultura escolar (Alencar; Fleith, 2003), parecem associar "criatividade" à geração de ideias, mas falham em aplicar o rigor crítico para validá-las.

Segundo, o erro foi ressignificado como "Falha Produtiva". A potencialidade da MENT3C não residiu em evitar o erro, mas em torná-lo público e pedagógico. A plataforma, ao registrar cada "Geração Incorreta" (Categoria 1) e forçar o "Diálogo Cognitivo" (Categoria 2) através de suas regras (Categoria 5), criou as condições materiais para a "falha produtiva" (Frigotto, 2018). O exemplo do Grupo 2B

(Atividade 6), que se auto-corrigiu de (100, 50) para (100, -50) após um debate mediado pela ferramenta, é a evidência de como a MENT3C contribuiu não para eliminar o erro, mas para instaurar um processo de aprendizagem a partir dele.

Terceiro, foi exposta a lacuna entre o Ideal e a Prática da Colaboração. A análise das percepções dos estudantes (Objetivo 3, Seção 4.6) revelou um achado paradoxal. A queda nos escores do Ranking Médio sobre a execução da colaboração (Q9) e a relevância do feedback dos colegas (Q12) é o dado empírico que revela a dificuldade e a frustração da colaboração real. Este achado é reforçado pela contradição de que os alunos, ao mesmo tempo, mantiveram uma crença alta no valor ideal da colaboração (Q10, Q11). A intervenção, portanto, sugere uma desmistificação da colaboração: ela expôs a lacuna entre o ideal (Freire, 1987) e a prática real, que é um trabalho social complexo (Carvalho, 2019b) permeado pela Contradição Dialética (Categoria 4).

Ao concluir este trabalho, um balanço crítico se faz necessário. Minha posição como pesquisador e, simultaneamente, desenvolvedor da MENT3C, representa a primeira contradição a ser analisada. Se por um lado essa dupla função permitiu uma imersão profunda, por outro, introduziu um viés que não pode ser ignorado.

É fundamental reconhecer as limitações contextuais e temporais. Os achados aqui apresentados são o retrato de um processo vivido por uma turma específica, num recorte de tempo definido. O desenho desta pesquisa não permite fazer afirmações causais (ex: "a MENT3C causou X"), o que exigiria um estudo experimental com grupo de controle. Os resultados, portanto, não buscam generalização, mas oferecem uma compreensão em profundidade.

Por fim, uma limitação inerente ao instrumento foi a "práxis não capturada". A análise dos indicadores (4.4) por vezes mostrou baixa interação no chat (ex: Grupo 6B) apesar de uma alta produção, o que foi explicado pelo diário de bordo que registou intensa comunicação presencial. Isso reforça a insuficiência de qualquer ferramenta para apreender a totalidade da experiência humana e valida a escolha pela triangulação de métodos.

Apesar das limitações, esta pesquisa oferece contribuições. Para a Educação Matemática, este estudo não oferece um produto que "desenvolve" magicamente o PCCM, mas sim um instrumento de diagnóstico (a MENT3C) e uma análise empírica que aponta para a dissociação entre os componentes criativos e críticos como o principal desafio pedagógico.

No âmbito da EPT, a pesquisa oferece um modelo de como enfrentar a dupla função de formar trabalhadores (Antunes, 1999) e cidadãos (Ramos, 2014). A MENT3C não demonstrou ser possível desenvolver estas habilidades; ela ofereceu um caminho para trabalhar pedagogicamente as contradições da sala de aula, alinhando-se a uma pedagogia contra-hegemônica (Freire, 1987).

Para a Tecnologia na Educação, a MENT3C apresenta-se como um artefato que incorpora princípios de uma pedagogia crítica (anonimato, validação coletiva) para mediar as relações de poder (Carvalho, 2019b).

Os dados sugerem que o potencial da MENT3C não reside em sua capacidade de criar um percurso de aprendizagem linear e sem atritos, mas sim em sua potencialidade dialética para tornar as contradições do processo — o erro, o dissenso e o conflito — visíveis e **pedagogicamente produtivas**.

As limitações identificadas abrem promissoras possibilidades de pesquisa. A sugestão do professor regente de testar a MENT3C em EAD é pertinente, para investigar como a ausência do contacto presencial (a "práxis não capturada") alteraria as dinâmicas.

Estudos longitudinais poderiam verificar se a exposição contínua a este "diagnóstico" de falha crítica de fato consolida a metacognição dos alunos. Por fim, novas versões da MENT3C poderiam testar mecanismos alternativos de consenso (como votação por maioria), para analisar como diferentes estruturas de poder afetam o equilíbrio entre o rigor crítico e a eficiência colaborativa.

Ao encerrar esta dissertação, retorno à epígrafe de Freire (1987, p. 47): "Para o pensar ingênuo, o importante é a acomodação... Para o crítico, a transformação permanente da realidade...". Esta pesquisa, com seu produto, seus achados e suas contradições, representa uma modesta tentativa de contribuir para essa transformação. Não oferecemos uma solução, mas um diagnóstico rigoroso e uma ferramenta para trabalhar pedagogicamente com as contradições, na esperança de inspirar outras práticas em direção a uma educação mais crítica e humana.

REFERÊNCIAS

- ALENCAR, E. M. L. S. D.; FLEITH, D. D. S. **Criatividade**: múltiplas perspectivas. 3. ed. Brasília, DF: Editora Universidade de Brasília, 2003.
- ALMEIDA, M. E. B.; VALENTE, J. A. Tecnologias digitais, tendência atuais e o futuro da educação. **Panorama Setorial**, [S. l.], ano XIV, n. 2, jun. 2022. Disponível em: <https://cetic.br/pt/publicacao/ano-xiv-n-2-tecnologias-digitais-tendencia-atuais-e-o-futuro-da-educacao/>. Acesso em: 9 jun. 2024.
- ALVES, M. T. G.; SOARES, J. F. Contexto escolar e indicadores educacionais: condições desiguais para a efetivação de uma política de avaliação educacional. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 39, n. 1, p. 177-194, jan./mar. 2013.
- AMORIM, L. G. K. M. **Interdisciplinaridade, modelagem matemática, tecnologias e escrita no ensino e aprendizagem de função do 1º grau**. 2016. 181 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/18303>. Acesso em: 9 jun. 2024.
- ANDERSON, L. W.; KRATHWOHL, D. R. **A taxonomy for learning, teaching, and assessing**: a revision of Bloom's taxonomy of educational objectives. 2. ed. New York: Longman, 2001.
- ANTUNES, R. **Os sentidos do trabalho**: ensaio sobre a afirmação e a negação do trabalho. 5. ed. São Paulo: Boitempo, 1999.
- BACICH, L.; MORAN, J. **Metodologias ativas para uma educação inovadora**: uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre: Penso, 2018. E-book. (Desafios da educação).
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Tradução de Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70, 2011.
- BARTELMÉBS, R. C. O ensino de astronomia nos anos iniciais: reflexões produzidas em uma comunidade de prática. In: THUM, C.; BARTELMÉBS, R. C. (org.). **Metodologia de pesquisa em educação**: pressupostos e experimentações. Rio Grande: Editora da FURG, 2012. v. 8, p. 87-104. Disponível em: <https://sead.furg.br/images/cadernos/Novos/Cadernos/Volume08.pdf>. Acesso em: 11 jul. 2024.
- BOURDIEU, P. **Escritos de educação**. Organização de Maria Alice Nogueira e Afrânio Catani. 15. ed. Petrópolis: Vozes, 2014.
- BOURDIEU, P.; PASSERON, J. C. **A reprodução**: elementos para uma teoria do sistema de ensino. Tradução de Reynaldo Bairão. 9. ed. Petrópolis: Vozes, 2013.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF, 2018a. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_sit_e.pdf. Acesso em: 7 jun. 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. Parecer CNE/CEB nº 16/99, de 05 de outubro de 1999. Trata das Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Profissional de Nível Técnico. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 25 out. 1999. Seção 1, p. 25. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf/PCNE_CEB16_99.pdf. Acesso em: 11 jun. 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. **Relatório Brasil no Pisa 2018**. Brasília, DF: Inep, 2018b. Disponível em: https://download.inep.gov.br/publicacoes/institucionais/avaliacoes_e_exames_da_educacao_basica/relatorio_brasil_no_pisa_2018.pdf. Acesso em: 21 jun. 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: matemática**. Brasília, DF, 1997. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/matematica.pdf>. Acesso em: 14 mai. 2024.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Notas sobre o Brasil no Pisa 2022**. Brasília, DF: Inep, 2023a. Disponível em: https://download.inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/resultados/2022/pisa_2022_brazilprt.pdf. Acesso em: 18 dez. 2023.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **PISA 2022: resultados**. Brasília, DF: Inep, 5 dez. 2023b. Apresentação de slides. Disponível em: https://download.inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/resultados/2022/apresentacao_pisa_2022_brazil.pdf. Acesso em: 18 dez. 2024.

BRASIL. **Lei nº 15.100, de 13 de janeiro de 2025**. Altera a Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996 (Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional), para restringir o uso de aparelhos celulares nas escolas públicas e privadas de educação básica. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 14 jan. 2025. Seção 1, p. 1. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2025/lei/15100.htm. Acesso em: 18 out. 2025.

CARLTON, L. V. **An analysis of the educational concepts of fourteen outstanding mathematicians, 1790-1940, in the areas of mental growth and development, creative thinking and symbolism and meaning**. 1959. Tese (Doutorado) – Northwestern University, Evanston, 1959.

CARVALHO, A. T. Criatividade compartilhada em matemática: do ato isolado ao ato solidário. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 13., 2019, Cuiabá. **Anais [...]**. Cuiabá: SBEM, 2019a. p. 1-12. Disponível em: <https://sbemmatogrosso.com.br/eventos/index.php/enem/2019/paper/view/3574/712>. Acesso em: 31 maio 2024.

CARVALHO, A. T. **Criatividade compartilhada em matemática: do ato isolado ao ato solidário**. 2019. 359 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2019b. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/36786>. Acesso em: 6 jun. 2024.

CARVALHO, M. Formar o pedagogo para aprender a ensinar matemática com dispositivos digitais: IDigital Technologies and future school. *In*: ENCONTRO DE INVESTIGAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 25., 2016, Lisboa. **Atas** [...]. Lisboa: Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, 2016. p. 1-15. Disponível em:
https://cld.pt/dl/download/e7500488-3c2a-4d99-9de0-ade4c5cc9aba/Livro_Artigos.pdf. Acesso em: 21 jun. 2024.

CASTELLS, M. **A sociedade em rede**. São Paulo: Paz e Terra, 1999. (A era da informação: economia, sociedade e cultura; v. 1).

CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

D'AMBROSIO, U. **Etnomatemática: elo entre as tradições e a modernidade**. 5. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2001. (Coleção Tendências em Educação Matemática).

FONSECA, D. G. da; FONSECA, M. G. Tecnologias digitais e pensamento crítico e criativo em Matemática: um ensaio sobre inovações pedagógicas na Educação Profissional e Tecnológica. **Caderno Pedagógico**, Curitiba, v. 22, n. 7, p. 1-23, 2025. DOI: 10.54033/cadpedv22n7-228.

FONSECA, M. G. **Construção e validação de instrumento de medida de criatividade no campo da matemática para estudantes concluintes da educação básica**. 2015. 104 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2015. Disponível em:
<https://repositorio.unb.br/handle/10482/18443>. Acesso em: 1 abr. 2025.

FONSECA, M. G.; GONTIJO, C. H. **Criatividade em matemática: lições da pesquisa**. Curitiba: CRV, 2020a. (org.).

FONSECA, M. G.; GONTIJO, C. H. Pensamento crítico e criativo em Matemática em diretrizes curriculares nacionais. **Ensino em Re-Vista**, Uberlândia, v. 27, n. 3, p. 956-978, set./dez. 2020b. Disponível em: <https://doi.org/10.14393/ER-v27n3a2020-8>. Acesso em: 20 maio 2024.

FONSECA, M. G.; GONTIJO, C. H. **Estimulando a criatividade, motivação e desempenho em matemática: uma proposta para a sala de aula**. Curitiba: CRV, 2021a.

FONSECA, M. G.; GONTIJO, C. H. Pensamento crítico e criativo em matemática: uma abordagem a partir de problemas fechados e problemas abertos. **Perspectivas da Educação Matemática**, Campo Grande, v. 14, n. 34, p. 1-18, 2021b. DOI: 10.46312/pem.v14i34.12515.

FONSECA, M. G.; GONTIJO, C. H. **Pulando para fora da caixa: ampliando o pensamento crítico e criativo em matemática**. Brasília, DF: Editora IFB, 2023. (Coleção Desbravando Fronteiras Matemáticas). E-book. Disponível em:
<https://arquivorevistaeixo.ifb.edu.br/index.php/editoraifb/issue/view/177>. Acesso em: 1 abr. 2025.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

FRIGOTTO, G. Enfoque da dialética materialista histórica na pesquisa educacional. *In*: FAZENDA, I. (org.). **Metodologia da pesquisa educacional**. 12. ed. São Paulo: Cortez, 2018. p. 75-100.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GLĂVEANU, V. P. **Distributed creativity**: thinking outside the box of the creative individual. London: Springer, 2014.

GONTIJO, C. H. **Relações entre criatividade, criatividade em matemática e motivação em matemática de alunos do ensino médio**. 2007. 194 f. Tese (Doutorado em Psicologia) – Instituto de Psicologia, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2007. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/2528>. Acesso em: 7 jun. 2024.

GONTIJO, C. H. *et al.* **Criatividade em matemática**: conceitos, metodologias e avaliação. Brasília, DF: Editora Universidade de Brasília, 2020. E-book. Disponível em: <https://doi.org/10.26512/9788523010195>. Acesso em: 19 jun. 2024.

GRAMSCI, A. **Cadernos do cárcere**: os intelectuais, o princípio educativo, jornalismo. Tradução de Carlos Nelson Coutinho. 2. ed. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2021. v. 2.

INSTITUTO FEDERAL DE BRASÍLIA. **Plano de curso**: curso técnico em eletromecânica integrado ao ensino médio. Brasília, DF, 2014. Disponível em: https://www.ifb.edu.br/attachments/article/6397/Resolu%C3%A7%C3%A3o%2019%20-----PC_Integrado_Eletromec%C3%A2nica.pdf. Acesso em: 8 nov. 2024.

JINKINGS, I. Apresentação. *In*: MÉSZÁROS, I. **A educação para além do capital**. 2. ed. São Paulo: Boitempo, 2008.

LAMONT, M.; LAREAU, A. Cultural capital: allusions, gaps and glissandos in recent theoretical developments. **Sociological Theory**, [S. l.], v. 6, n. 2, p. 153-168, 1988.

LEIKIN, R. Exploring mathematical creativity using multiple solution tasks. *In*: LEIKIN, R.; BERMAN, A.; KOICHI, B. (ed.). **Creativity in mathematics and the education of gifted students**. Rotterdam: Sense Publishers, 2009. p. 129-145.

LEITE, P. S. C. Contribuições do materialismo histórico-dialético para as pesquisas em Mestrados Profissionais na área de ensino de humanidades. *In*: CONGRESSO IBERO-AMERICANO EM INVESTIGAÇÃO QUALITATIVA, 6., 2017, Salamanca. **Atas [...]**. Salamanca: CIAIQ, 2017. p. 847-856. Disponível em: <https://proceedings.ciaiq.org/index.php/ciaiq2017/article/view/1405>. Acesso em: 9 jun. 2024.

LÊNIN, V. I. **O Estado e a Revolução**. Tradução de Paulo César Castanheira. São Paulo: Boitempo, 2017.

MARX, K. **O capital**: crítica da economia política. 8. ed. São Paulo: Difel, 1982. Livro 1, v. 1.

MARX, K.; ENGELS, F. **Manifesto do partido comunista**. 2. ed. São Paulo: Escala, 2009.

MATTAR, J.; RAMOS, D. K. **Metodologia da pesquisa em educação**: abordagens qualitativas, quantitativas e mistas. 1. ed. São Paulo: Almedina Brasil, 2021.

MORAN, J. Ensino híbrido: não engessar o que ainda está em construção. **Educação Transformadora**, 2021. Blog. Disponível em: <http://www2.eca.usp.br/moran/?p=2025>. Acesso em: 28 maio 2024.

NERIO, W. O. P. “Ninguém é superior a ninguém”: sobre a importância da cooperação na educação. 2019. 142 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Profissional e Tecnológica) – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais, Rio Pomba, 2019. Disponível em: https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=8595975. Acesso em: 28 maio 2024.

NETTO, J. P. **Introdução ao estudo do método de Marx**. São Paulo: Expressão Popular, 2011.

NOGUEIRA, C. M. M.; NOGUEIRA, M. A. A escola e a reprodução das desigualdades sociais: o debate nas sociologias francesa e anglo-saxã. **Educação & Sociedade**, Campinas, v. 36, n. 130, p. 7-11, jan./mar. 2015.

OCDE. **Desenvolvimento da criatividade e do pensamento crítico dos estudantes**: o que significa na escola. [Brasília, DF]: Fundação Santillana, 2020. Disponível em: <https://institutoayrtonsenna.org.br/app/uploads/2022/11/instituto-ayrton-senna-documento-ocde-traduzido.pdf>. Acesso em: 6 jun. 2024.

OLIVEIRA, A. M de.; GEREVINI, A. M.; STROHSCHOEN, A. A. G. Diário de bordo: uma ferramenta metodológica para o desenvolvimento da alfabetização científica. **Tempos e Espaços em Educação**, São Cristóvão, v. 10, n. 22, p. 119-132, maio/ago. 2017.

OLIVEIRA, C. A. de. Dispositivos móveis na licenciatura em pedagogia: criar, inventar e manipular com angry birds rio, qr code e aurasma. *In*: BAIRRAL, M.;

OLIVEIRA, D. C. Análise de conteúdo temático-categorial: uma proposta de sistematização. **Revista de Enfermagem da UERJ**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 4, p. 569-576, out./dez. 2008. Disponível em: <http://files.bvs.br/upload/S/0104-3552/2008/v16n4/a569-576.pdf>. Acesso em: 24 nov. 2024.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. **PISA**

2022 results (volume I): the state of learning and equity in education. Paris: OECD Publishing, 2023. Disponível em: https://www.oecd.org/en/publications/pisa-2022-results-volume-i_53f23881-en.html. Acesso em: 18 dez. 2023.

PACHECO, M. B.; ANDREIS, G. S. L. Causas das dificuldades de aprendizagem em matemática: percepção de professores e estudantes do 3º ano do ensino médio. **Principia**, João Pessoa, n. 38, p. 105-119, fev. 2018. Disponível em: <https://periodicos.ifpb.edu.br/index.php/principia/article/view/1612>. Acesso em: 15 mai. 2024.

PAULA, T. S. **Eficácia escolar sobre o aprendizado em matemática**: um estudo longitudinal sobre o efeito das escolas municipais de Belo Horizonte. 2020. 251 f. Tese (Doutorado em Conhecimento e Inclusão Social) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2020. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1843/34711>. Acesso em: 5 jun. 2024.

PEREIRA, P. C. **A colaboração no ensino da matemática por meio do aplicativo WhatsApp**. 2019. 105 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2019. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/36725>. Acesso em: 9 jun. 2024.

RAMOS, M. N. **História e política da educação profissional**. Curitiba: IFPR, 2014. (Coleção Formação Pedagógica; v. 5).

SAVIANI, D. **Pedagogia histórico-crítica**: primeiras aproximações. 11. ed. rev. Campinas: Autores Associados, 2013.

SAVIANI, D. Trabalho e educação: fundamentos ontológicos e históricos. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 34, p. 152-180, jan./abr. 2007.

SAWYER, K. **Group genius**: the creative power of collaboration. New York: Basic Books, 2007.

SIEGEL, S.; CASTELLAN, N. J. **Estatística não paramétrica para ciências do comportamento**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

STERNBERG, R. J.; GRIGORENKO, E. L. **Inteligência plena**: ensinando e incentivando a aprendizagem e a realização dos alunos. Tradução de Maria Adriana Veríssimo Veronese. Porto Alegre: Artmed, 2003.

TELES, L. F. Dimensões da aprendizagem colaborativa no design e gerenciamento de ambientes on-line. **Artefactum**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 2, p. 23-44, jul./dez. 2015.

VALENTE, J. A. Ensino híbrido mão na massa: aprendizagem com alunos mais ativos. **Práxis Educacional**, Vitória da Conquista, v. 19, n. 50, p. e11340, 2023. DOI: 10.22481/praxisedu.v19i50.11340.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**: o desenvolvimento dos processos

psicológicos superiores. Organização de Michael Cole et al.; Tradução de José Cipolla Neto, Luís Silveira Menna Barreto, Solange Castro Afeche. 4. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1991.

ZABALA, A. **A prática educativa**: como ensinar. Tradução de Ernani F. da F. Rosa. Porto Alegre: Artmed, 1998.

ZAGO, N. Acesso e permanência de estudantes de camadas populares no ensino superior: um balanço da produção sociológica brasileira. **Educação em Revista**, Belo Horizonte, v. 27, n. 1, p. 227-248, abr. 2011.

APÊNDICE A - PRODUTO EDUCACIONAL - MENT3C: MENTES CRÍTICAS
CRIATIVAS EM TRABALHO COMPARTILHADO



Desenvolvido e escrito por: **Danilo Gonçalves da Fonseca**
Orientado por: Prof. Dr. Mateus Gianni Fonseca

Com o Apoio de:



Brasília / DF

2025

Guia da Aplicação Web

Ment3c

MENTES CRÍTICAS CRIATIVAS
EM TRABALHO COMPARTILHADO

Desenvolvido e escrito por:
Danilo Gonçalves da Fonseca

Orientado por: Prof. Dr. Mateus Gianni Fonseca

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	2
CONCEITOS BÁSICOS.....	3
PENSAMENTO CRÍTICO E CRIATIVO EM MATEMÁTICA.....	5
ELABORAÇÃO DE PROBLEMAS.....	6
RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS MATEMÁTICOS ABERTOS.....	6
COMO ACESSAR O SISTEMA.....	8
CADASTRAR.....	9
PERFIL DO ALUNO.....	10
PERFIL DO PROFESSOR.....	11
ATIVIDADES GLOBAIS.....	12
CRIAR UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	12
CRIANDO UMA ATIVIDADE DE ELABORAR.....	16
CLASSIFICAÇÃO DE DIFICULDADE.....	19
CRIANDO UMA ATIVIDADE DE RESOLVER.....	20
SALA PROFESSOR.....	27
ANATOMIA DO LOBBY DE PREPARAÇÃO.....	28
SALA ESTUDANTE.....	29
INICIANDO UMA ATIVIDADE DE ELABORAR.....	30
TELA ESTUDANTE ATIVIDADE DE ELABORAR.....	31
A TELA DE MEDIAÇÃO DO PROFESSOR.....	33
DE VOLTA À SALA DO ESTUDANTE: FASE 2 DA ELABORAÇÃO.....	34
VALIDANDO AS QUESTÕES DOS ESTUDANTES.....	36
INICIANDO UMA ATIVIDADE DE RESOLVER.....	37
O PORTFÓLIO DO ESTUDANTE: REVENDO E REFLETINDO.....	41
RELATÓRIO PROFESSOR.....	42
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	48
REFERÊNCIAS.....	49

INTRODUÇÃO

Em um cenário educacional em constante transformação, a busca por abordagens inovadoras no ensino de matemática torna-se imperativa. Nesse contexto, apresentamos o produto educacional MENT3C que será apresentado e explicado de forma detalhada por meio deste guia. Está é uma ferramenta concebida para redefinir a experiência de aprendizado, destacando-se pelo foco no desenvolvimento do pensamento crítico e criativo dos estudantes do ensino médio integrado.

MENT3C, abreviação de "Mentes Criativas, Críticas em Trabalho Compartilhado", reflete a essência da proposta. Esses três pilares fundamentais – criatividade, criticidade e atividades compartilhadas segundo o conceito de criatividade compartilhada de Carvalho (2019) – delineiam uma nova abordagem educacional que vai além da resolução tradicional de problemas.

Ao longo deste guia, exploraremos os conceitos essenciais que sustentam a MENT3C, sem adentrar em detalhes técnicos complexos. Nosso objetivo é proporcionar uma compreensão prática de como essa aplicação pode ser integrada ao ambiente educacional, enriquecendo o ensino de matemática com uma abordagem mais participativa e inovadora.

No cerne da MENT3C estão as dinâmicas de pensamento crítico e criativo em matemática, manifestadas por meio de atividades colaborativas como elaboração e resolução de problemas. Essas práticas incentivam a interação entre os estudantes, promovendo a livre expressão de ideias e o trabalho conjunto na busca por soluções matemáticas.

A aplicação oferece a flexibilidade de criar sequências de atividades adaptáveis às necessidades específicas de cada educador. Entendemos a sequência de atividades como uma ferramenta pedagógica estruturada, composta por atividades organizadas e articuladas para a realização de objetivos educacionais bem definidos.

Ao seguir este guia, os educadores estarão preparados para explorar e implementar as diversas facetas da MENT3C, contribuindo para a construção de um ambiente educacional mais participativo e colaborativo. Juntos, podemos trilhar o

caminho rumo a uma abordagem mais inovadora e significativa no ensino de matemática, capacitando os estudantes a se tornarem mentes criativas, críticas e cooperativas.

CONCEITOS BÁSICOS

A MENT3C é uma ferramenta tecnológica que representa uma aplicação web concebida para integrar dinâmicas cooperativas no contexto educacional. Focada no desenvolvimento do pensamento crítico e criativo em matemática.

Essa ferramenta, delineada por meio de pesquisas sobre o pensamento crítico e criativo em matemática, busca criar um ambiente digital propício à execução de atividades compartilhadas de elaboração e resolução de problemas. O acrônimo "MENT3C" encapsula conceitos essenciais explorados na aplicação: "MENT" destaca a colaboração entre mentes diversas, enquanto "3C" resume os princípios de Criatividade, Criticidade em trabalho Compartilhado.

Os Pilares do MENT3C



Mentes Críticas

Analisar, questionar e aprofundar o conhecimento.



Mentes Criativas

Explorar novas ideias e soluções inovadoras.



Atividades Compartilhadas

Construir conhecimento a partir da interação e troca de ideias.

O funcionamento da MENT3C inicia-se com a autenticação dos usuários por meio de login e senha. A aplicação é estruturada em três perfis distintos: aluno, professor e administrador. Os alunos têm acesso a recursos específicos, participando de salas criadas pelos professores. Os docentes, por sua vez, possuem maior autonomia, podendo criar, personalizar e administrar salas, grupos e conversas. E o perfil de administrador além de todas as funções acima possui a característica de gerenciar usuários que podem alterar ou excluir dados.

A MENT3C propõe-se a ser uma ferramenta abrangente para a criação, gerenciamento e execução de sequências de atividades, com foco em promover o pensamento crítico, criativo em matemática e a colaboração. Durante as atividades, os estudantes são organizados em equipes, incentivando a colaboração e utilizando pseudônimos para garantir a liberdade de expressão.

As dinâmicas das atividades abrangem elaboração e resolução de problemas. Os estudantes colaboram na criação de problemas, validam resultados coletivamente e resolvem desafios propostos por outros grupos. A aplicação permite comentários, classificação de dificuldade e aprimoramento dos problemas, criando uma experiência dinâmica e interativa.

Os professores desempenham um papel fundamental de mediação pedagógica ao interagir com os estudantes, oferecendo *feedback* e validando as produções dos grupos. Relatórios detalhados são gerados, evidenciando o desempenho dos alunos e suas interações. A MENT3C também oferece suporte a estudantes menos confortáveis com trabalho em equipe, garantindo um ambiente propício para a criatividade.

A personalização e flexibilidade da MENT3C são destacadas na criação de sequências de atividades adaptáveis ao contexto de sala de aula. Durante a execução das atividades, um código identificador é gerado e compartilhado, permitindo o acesso dos estudantes às salas e armazenando os produtos elaborados pelos coletivos.

O objetivo final da MENT3C é ser uma ferramenta completa para promover o pensamento crítico e criativo em matemática, em trabalho compartilhado explorando dinâmicas colaborativas mesmo em ambientes com restrição de tempo. Seu desenvolvimento prioriza a facilidade de uso, leveza e atratividade, visando a aplicação eficiente das dinâmicas propostas.

PENSAMENTO CRÍTICO E CRIATIVO EM MATEMÁTICA

O pensamento crítico e criativo em matemática, conforme definido por Fonseca e Gontijo (2020), transcende a mera resolução de problemas. Ele se manifesta como uma ação coordenada, envolvendo a geração de diversas e distintas ideias para abordar desafios, o que implica em uma fluência e flexibilidade e originalidade de pensamento. Esse processo se entrelaça com a tomada de decisão durante a elaboração das ideias, incorporando análises de dados e avaliação de evidências para determinar a viabilidade e adequação dos caminhos propostos. O objetivo é alcançar uma solução eficaz, o que exige a habilidade de argumentar em favor da ideia mais promissora.

Em termos mais simples, o pensamento crítico e criativo se traduz na aplicação de múltiplas estratégias para encontrar respostas para um mesmo problema. Isso vai além da simples resolução, incorporando a capacidade de reflexão profunda sobre as estratégias geradas. Esse processo inclui uma análise criteriosa, questionamento constante e interpretação minuciosa das estratégias desenvolvidas. A finalidade é apresentar a melhor solução possível, demonstrando a interconexão entre a capacidade de gerar ideias inovadoras e a habilidade crítica de avaliar e escolher a abordagem mais eficaz diante de um desafio. Em essência, o pensamento crítico e criativo em matemática é um processo dinâmico que combina a originalidade na geração de ideias com a análise lógica e a tomada de decisão fundamentada para alcançar resultados significativos.

ELABORAÇÃO DE PROBLEMAS

A elaboração de problemas é uma habilidade crucial no campo da matemática, envolvendo a capacidade de identificar e expressar de maneira elaborada os desafios presentes em situações matemáticas. Simplificando, trata-se da habilidade de formular problemas de forma clara e estruturada, destacando a capacidade do indivíduo em reconhecer questões matemáticas relevantes.

Imagine a elaboração de problemas como a arte de transformar uma situação matemática complexa em uma ideia clara e concisa. É o processo de destilar uma grande quantidade de informações e características em um problema específico que pode ser compreendido e resolvido pelos estudantes.

Essa habilidade vai além da simples identificação de problemas; ela exige a expressão refinada desses desafios. Portanto, quando falamos em elaboração de problemas, estamos nos referindo à capacidade de sintetizar nuances matemáticas em um enunciado claro e abordável. Em essência, trata-se de capacitar os estudantes a não apenas reconhecerem questões matemáticas, mas também a expressá-las de forma elaborada e acessível, promovendo uma compreensão mais profunda e clara dos desafios matemáticos em questão.

RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS MATEMÁTICOS ABERTOS

A resolução de problemas é uma abordagem essencial no ensino de matemática, sendo comumente aplicada para desenvolver a habilidade dos estudantes em aplicar conceitos matemáticos na solução de desafios práticos. No entanto, no âmbito deste estudo, a resolução de problemas é ampliada para incluir uma abordagem menos convencional, conhecida como resolução de problemas abertos.

A resolução de problemas abertos, conforme explorada por Gontijo (2007), representa uma tentativa de enfrentar questões não estruturadas, para as quais não existe uma técnica específica predefinida. Nesse contexto, os estudantes são desafiados a descobrir caminhos que possam levar de uma situação a outra,

envolvendo uma série de operações mentais e estimulando a criatividade na busca por soluções.

Enquanto a resolução de problemas tradicional muitas vezes envolve a aplicação de técnicas conhecidas para encontrar uma solução clara e única, a resolução de problemas abertos destaca a complexidade e a falta de um caminho preestabelecido. Aqui, o foco está na exploração, na experimentação e na aplicação flexível do conhecimento matemático para lidar com desafios mais amplos e não rotineiros.

Portanto, ao integrar a resolução de problemas abertos, os estudantes são incentivados a desenvolver habilidades de pensamento crítico e criativo, ampliando sua capacidade de enfrentar questões complexas e explorar abordagens diversas para encontrar soluções significativas. Essa abordagem não apenas fortalece a compreensão matemática, mas também prepara os estudantes para enfrentar desafios do mundo real, onde nem sempre há uma solução única e direta.

COMO ACESSAR O SISTEMA

Para acessar o sistema, siga as instruções abaixo:

Abra o navegador e acesse o site oficial: www.ment3c.com.br Isso o direcionará para a tela de **LOGIN E SENHA**

Ment3c
MENTES CRÍTICAS CRIATIVAS
EM TRABALHO COMPARTILHADO

CPF

2 Senha
 Esqueci minha senha

3 Entrar

Meu Primeiro Acesso

A partir desta tela, os usuários têm as seguintes opções:

1. **Realizar Cadastro:** Clique no botão "Cadastrar" para criar uma nova conta.
2. **Efetuar Login:** Digite o CPF e a senha cadastrada nos campos correspondentes.
3. **Recuperar Senha:** Caso tenha esquecido a senha, utilize a opção de recuperação disponível na tela.



Dicas e Informações Importantes



Segurança da Conta

Sua senha é pessoal e intransferível. Para sua proteção, crie uma senha forte combinando letras, números e símbolos.



Problemas com o Login?

Verifique se a tecla *Caps Lock* está ativada. Se o problema persistir, use a opção "Esqueci minha senha".

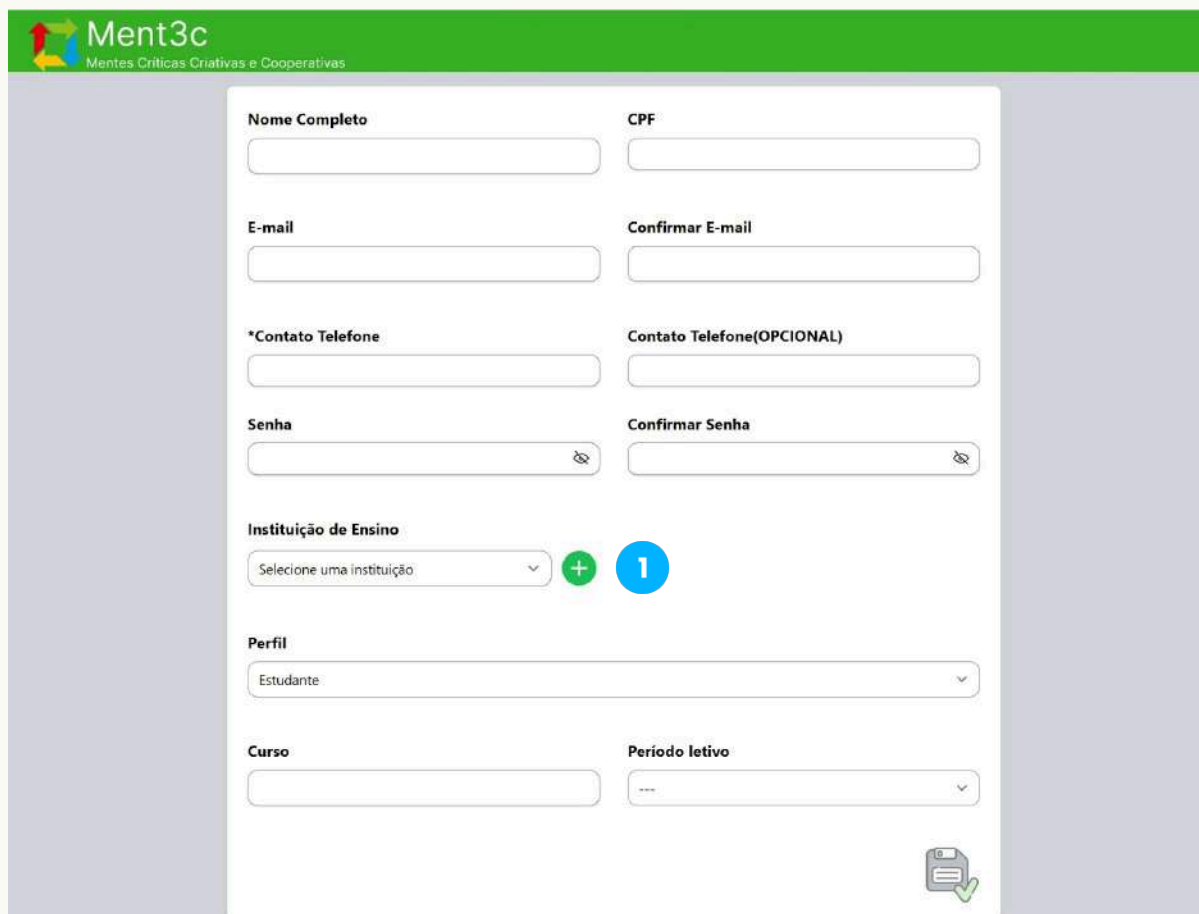


Melhor Experiência

Para a melhor performance, utilize as versões mais recentes dos navegadores Google Chrome ou Mozilla Firefox.

CADASTRAR

Ao clicar no botão "Meu Primeiro Acesso", o usuário tem a opção de registrar-se com perfil de aluno ou professor.



The screenshot shows the registration form for a student profile on the Ment3c platform. The form is titled "Ment3c" and "Mentes Críticas Criativas e Cooperativas". It includes the following fields:

- Nome Completo
- CPF
- E-mail
- Confirmar E-mail
- *Contato Telefone
- Contato Telefone(OPCIONAL)
- Senha
- Confirmar Senha
- Instituição de Ensino (dropdown menu with a "+" icon and a blue circle with "1")
- Perfil (dropdown menu with "Estudante" selected)
- Curso
- Período letivo (dropdown menu with "..." selected)

A save icon is located at the bottom right of the form.

Todos os dados são de preenchimento obrigatório, com exceção do segundo contato telefônico.

A instituição de ensino deve ser selecionada na lista de opções.

Não encontrou sua instituição?



The screenshot shows the registration form for an institution profile. It includes the following fields:

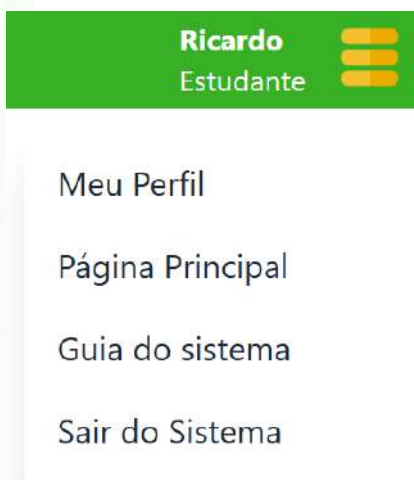
- Nome Completo da Instituição
- CNPJ
- Endereço Completo
- *Contato Telefone


A save icon is located at the bottom right of the form.

Sem problemas! Você pode cadastrá-la clicando no botão +, sinalizado pelo indicador 1. Ao fazer isso, a tela acima será exibida para que você preencha os dados. Após salvar, sua instituição aparecerá na lista para ser selecionada.

PERFIL DO ALUNO

Após o cadastro do perfil, é possível realizar o login e acessar a tela principal do sistema. Nessa tela, o aluno terá as seguintes opções:



1. **Menu do Usuário:** Ao lado do nome do usuário e da identificação do perfil, clique no ícone  à direita para acessar quatro opções:

1.1. **"Meu Perfil":** Leva à tela de cadastro, permitindo a visualização e edição das informações cadastradas, se necessário.

1.2. **"Página Principal":** Volta para essa página principal estando em qualquer parte do sistema.

1.3. **"Guia do Sistema":** Tem acesso a esse guia que oferece informações sobre o funcionamento do sistema.

1.4. **"Logout":** Realiza o logout do usuário.

2. **Minhas Sequências de atividades (SALAS):** Nesta seção, são listadas todas as salas com as sequências de atividades em que o estudante está participando.

3. **Para entrar em uma SALA:** Utilize este botão para entrar em uma sequência de atividades já criada, inserindo o código de acesso fornecido pelo professor responsável.



Ao clicar no botão para entrar em uma sequência didática, basta inserir o código da sala fornecido pelo professor para participar da atividade.

PERFIL DO PROFESSOR

Ao realizar o login, com perfil de professor você terá acesso à sua tela principal. Ela é similar à do aluno, mas com ferramentas exclusivas para criar e gerenciar atividades.

Ment3c
Mentes Críticas Criativas em trabalho Compartilhado

Carvalho
Professor

Atividades Globais

Minhas Sequências de atividades (SALAS)

90I8M2 Pré-Teste piloto (Cópia)






RKNL4K Pré-Teste piloto Teste 2

Criar nova sala

Entrar nova sala

1. Gerenciamento de Sequências (Salas)

A principal diferença é que as salas criadas pelo perfil professor aparecem com ícones de gerenciamento, que indicam que ele é o criador e proprietário daquela sala.

-  **Alterar:** Permite editar as informações da sequência.
-  **Excluir:** Apaga a sequência permanentemente.
-  **Duplicar:** Cria uma cópia idêntica, ideal para reaproveitar atividades.
-   **Compartilhar / Tornar Privada:** Este botão alterna a visibilidade da sala. Ao clicar em "Compartilhar Publicamente", a sequência fica visível para outros professores. O botão então se altera, permitindo "Retirar Compartilhamento" e torná-la privada novamente.

2. Atividades Globais

Funciona como uma biblioteca pública para visualizar e importar sequências compartilhadas por toda a comunidade MENT3C.

3. Criar nova sequência

Inicia o fluxo de criação de uma nova atividade. Ao clicar, um código de sala único é gerado para ser compartilhado com os alunos.

ATIVIDADES GLOBAIS

Ao clicar em "Atividades Globais", você acessa uma biblioteca com todas as atividades compartilhadas publicamente na comunidade MENT3C.

Nome da Sala	Descrição	Autor	Data	Ações
Mentes Críticas Criativas Cooperativas em Matemática	Aqui será realizado uma série de atividades com o intuito de estimular o pensamento crítico e criativo em matemática dos estudantes. Mostrar mais	Daniilo Gonçalves da Fonseca	2025-05-15	

Nesta tela, você pode:

- **Pesquisar:** Utilize os filtros para encontrar atividades por autor ou nome da sala.
- **Baixar:** No campo "Ações", você pode baixar a sequência para a sua área de trabalho.

Após baixar, a sequência aparecerá na sua lista principal para ser executada ou personalizada.

CRIAR UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Essa ferramenta oferece um bom grau de personalização para a criação das mais diversas sequências de atividades.

1 Código da sala: 9018M2

2 Iniciar **3** Sair

4 Insira o nome da sequência didática:
Pré-Teste piloto (Cópia)

5 Descrição da sequência de atividades:
Para simulação junto a colaboradores.

1. Código da Sala: O código único é gerado automaticamente pelo sistema. É através dele que seus alunos poderão acessar a atividade que você está criando.

2. Botão Iniciar: Após preencher todas as configurações, este botão o levará para a "Sala do Professor". Neste ambiente, você poderá formar grupos e dar início efetivo à sequência de atividades com seus alunos. (Este processo será detalhado mais adiante no guia).

3. Botão Sair: A qualquer momento, você pode clicar neste botão para sair da página de criação e retornar à tela principal do professor.

4. Nome da Sequência de Atividades: Este é o campo para definir um título claro e objetivo para a sua atividade. Ele será a principal forma de identificação da sequência.

5. Descrição da Sequência de Atividades: Utilize este espaço para descrever os objetivos e o conteúdo da atividade. Uma descrição bem-feita é útil para sua própria organização e é essencial para que outros professores entendam o propósito da sequência, caso você decida compartilhá-la nas "Atividades Globais".

Após preencher as informações básicas, a próxima etapa é configurar os grupos e adicionar as atividades que irão compor a sequência.

6 Quantidade de grupos: Nomes aleatórios? Sim Não

Nomes que deseja randomizar: **7**

*Separe os nomes por ";" (ex.: joão; maria; jose;)

Lista de Atividades para resolver:

Nova Lista de Atividades   


8

Inserir uma nova atividade a lista da sequência do tipo: **9**

6. Quantidade de Grupos: Defina o número exato de equipes que participarão da dinâmica. Essa quantidade pode ser alterada a qualquer momento para mais ou para menos no decorrer das necessidades apresentadas.

7. Definir Nomes Aleatórios (Apelidos): Esta funcionalidade permite atribuir apelidos aos alunos, promovendo um ambiente mais descontraído e livre para a expressão de ideias.

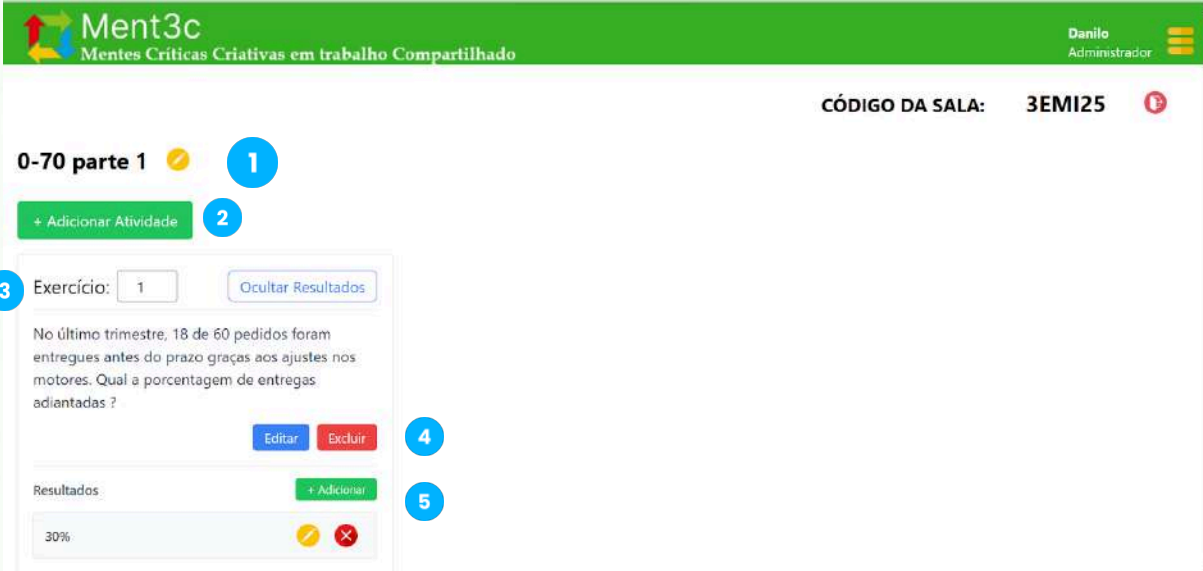
- **Ao marcar "Sim":** Um novo campo surgirá para que você insira uma lista com os nomes que deseja utilizar. Lembre-se de separá-los por **ponto e vírgula (;)**.

 **Dica Importante:** Mesmo que você opte por não usar nomes aleatórios neste momento, ainda será possível adicionar ou editar os apelidos manualmente para cada aluno mais tarde, diretamente na "Sala do Professor".

8. Lista de Atividades para Resolver (Banco de Questões):

Esta área funciona como o seu "banco de questões" particular. As atividades criadas aqui serão utilizadas nas dinâmicas de "Resolução de Problemas".

- As questões que você adicionar poderão ser distribuídas entre os grupos durante a aula, de acordo com o método de resolução que será explicado mais adiante.
- Assim como as sequências, cada Lista de Atividades criada possui seus próprios botões de Alterar, Excluir e Duplicar, permitindo um gerenciamento fácil e rápido.



A captura de tela mostra a interface do Ment3c. No topo, há o logo "Ment3c" com o slogan "Mentes Críticas Criativas em trabalho Compartilhado" e o nome do usuário "Danilo Administrador". À direita, o código da sala é "3EMI25". O conteúdo principal mostra uma lista de exercícios com o título "0-70 parte 1". Um botão "+ Adicionar Atividade" está visível. Um exercício selecionado mostra o enunciado: "No último trimestre, 18 de 60 pedidos foram entregues antes do prazo graças aos ajustes nos motores. Qual a porcentagem de entregas adiantadas?". Abaixo do enunciado, há botões "Editar" e "Excluir". Na seção "Resultados", há um campo com o valor "30%" e um botão "+ Adicionar".


Esta tela permite criar e gerenciar os exercícios que serão usados nas atividades de "Resolução de Problemas".

Ao criar ou editar uma "Lista de Atividades", você será direcionado para uma tela de gerenciamento onde poderá detalhar cada exercício.

- **8.1. Nome da Lista de Atividades:** Este é o título do seu conjunto de exercícios. Ele pode ser alterado a qualquer momento clicando no botão de alterar (ícone de lápis).
- **8.2. Adicionar Exercício:** Clique neste botão para incluir um novo exercício à sua lista. Uma mesma lista pode conter várias questões, e você pode adicionar quantas forem necessárias.
- **8.3. Ordem de Resolução dos Exercícios:** A ordem em que os exercícios serão apresentados aos alunos (seja na sequência em que foram criados aqui ou de forma

aleatória) será definida posteriormente, nas configurações da atividade de "Resolução de Problemas".

- **8.4. Gerenciar um Exercício Específico:** Cada exercício adicionado possui seus próprios controles:
 - **Editar:** Permite adaptar o enunciado do problema, alterar dados ou corrigir informações.
 - **Excluir:** Remove permanentemente **apenas este exercício** da lista.

 **Atenção:** Para excluir a "Lista de Atividades" inteira, é necessário retornar à página anterior (página 12) de criação da sequência.

- **8.5. Inserir e Gerenciar Resultados:** Para cada exercício, você pode inserir uma ou mais respostas corretas. Cada resultado adicionado também pode ser editado ou excluído individualmente, oferecendo flexibilidade para questões com múltiplas soluções.

9. Inserir uma nova atividade na sequência: Este menu suspenso é o seu principal controle para adicionar novos passos à aula. Para construir sua sequência, clique neste campo e selecione o tipo de atividade que deseja adicionar:

Inserir uma nova atividade a lista da sequência do tipo: NENHUMA ATIVIDADE ▾
NENHUMA ATIVIDADE
ELABORAÇÃO DE PROBLEMAS
RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS



Elaboração de Problemas

Desafia os alunos a criarem seus próprios problemas. A atividade ocorre em **duas fases**: primeiro, a **elaboração livre** dos enunciados; em seguida, a **proposição e validação dos resultados** para os problemas criados.



Resolução de Problemas

Nesta atividade, os alunos são desafiados a resolver exercícios. Você pode utilizar uma de suas "**Listas de Atividades**" (banco de questões) ou, de forma ainda mais interativa, usar os **próprios problemas que foram elaborados pelos estudantes** na etapa anterior.

Ao selecionar uma das opções, o sistema exibirá o painel de configuração correspondente, permitindo que você detalhe as regras e o conteúdo daquela etapa específica.

CRIANDO UMA ATIVIDADE DE ELABORAR

Entenda como a atividade funciona na prática para os alunos.



Entendendo a Dinâmica da Atividade

A "Atividade de Elaboração" transforma seus alunos em protagonistas. Em vez de apenas resolverem problemas, eles irão **criar, debater e validar suas próprias questões matemáticas** em um ambiente colaborativo.

- **Ponto de Partida:** Você fornece um contexto inicial (o "Texto da Tela Inicial") com dados e uma situação-problema.
- **Fase 1 - O "Caos Criativo":** Em grupos e com apelidos de matemáticos para garantir um ambiente seguro, os alunos usam o chat para debater e criar livremente seus próprios problemas com base no cenário que você propôs.
- **Fase 2 - Validação:** Após a criação, os grupos devem propor e validar coletivamente as respostas para os problemas que eles mesmos elaboraram, exercitando o pensamento crítico.

Seu papel como professor é o de **mediador**, observando as interações e guiando os alunos neste processo criativo.

Veja como configurar a atividade onde os alunos criarão seus próprios problemas.

Ment3c
Mentes Críticas Criativas em trabalho Compartilhado

Danilo
Administrador

ELABORAÇÃO DE PROBLEMAS

Código da sala: 3EMI25

1

Título da atividade:

Arraiá Solidário do IFB

23/250

Tela Inicial

Texto inicial da atividade:

No Arraiá do IFB Taguatinga, a turma de Eletromecânica ficou responsável por uma barraca de milho cozido e outra de canjica.

- Compramos 120 espigas a R\$ 0,70 cada.
- Cozinhar cada espiga gasta 0,09 kWh de energia elétrica.
- A bandeja de canjica custa R\$ 3,50 de ingredientes e rende 6 porções.

627/2000

Tempo de duração da tela inicial: 00:02:00

1. **Título da Atividade:** Defina um nome claro e objetivo para esta etapa. Este será o título que os alunos visualizarão no início da atividade.

2. **Tela Inicial (Texto e Duração):** Esta é a primeira tela que os alunos verão. Ela serve para apresentar o contexto ou o desafio inicial.

Texto Introdutório

É a base para a criação dos alunos, servindo como fonte de dados e inspiração durante toda a atividade.


Tempo de Duração

Define um tempo mínimo de visualização da tela inicial, garantindo que todos leiam as instruções com atenção.

A imagem a seguir detalha a configuração da primeira fase da atividade. Aqui você define a instrução principal que guiará os alunos, o tempo disponível para a criação e a mensagem de finalização que será exibida quando o tempo esgotar.

Enunciado 1

Texto do Enunciado 1:

 Crie perguntas envolvendo porcentagem, média ou fração sobre vendas, custos ou lucros da barraca.

3

Tempo de duração (Enunciado 1): 

Mensagem de tempo esgotado (Enunciado 1):

Infelizmente O tempo determinado para a criação de problemas matemáticos acabou...

Fase 1: Elaboração dos Problemas

Texto do Enunciado 1:

Escreva aqui a instrução principal para a criação dos problemas. Este texto ficará visível para os alunos durante toda a primeira fase.

Tempo de Duração da Fase 1:

Defina o tempo total (em horas, minutos e segundos) que os alunos terão para completar esta fase de elaboração.

Mensagem de Tempo Esgotado:

Personalize a mensagem que será exibida para os alunos assim que o tempo da Fase 1 terminar.

Na imagem a seguir, você configurará a segunda e última fase. O objetivo aqui é instruir os alunos a proporem respostas para os problemas que criaram e, em seguida, validarem coletivamente tanto os resultados quanto os próprios enunciados.

Enunciado 2

Texto do Enunciado 2:

Agora crie resultados válidos para as questões que você criou. Depois valide tantos os resultados como a questão elaborada coletivamente.

137/1000

Tempo de duração (Enunciado 2): 00:20:00

Mensagem de tempo esgotado (Enunciado 2):

Infelizmente o tempo determinado para a criação de problemas acabou...

70/255

FINALIZAR ATIVIDADE

Fase 2: Proposição e Validação dos Resultados

Texto do Enunciado 2:

Escreva a instrução para a segunda fase. Geralmente, o objetivo aqui é que os alunos criem resultados válidos para os problemas que elaboraram e, em seguida, validem o trabalho do grupo.

Tempo de Duração da Fase 2:

Defina o tempo total que os alunos terão para completar esta segunda fase.

Mensagem de Tempo Esgotado:

Personalize a mensagem que será exibida ao final do tempo da Fase 2.

FINALIZAR ATIVIDADE

Ao clicar em "Finalizar Atividade", todas as configurações desta atividade de elaboração serão salvas e ela será adicionada à sua sequência didática.

Próximo Passo para os Alunos

- Após o término da atividade de elaboração, os estudantes passarão por uma etapa final de reflexão: a classificação da dificuldade do problema que eles mesmos criaram. A seguir, detalharemos como esse importante processo funciona.

CLASSIFICAÇÃO DE DIFICULDADE

Após a fase de validação na atividade de elaboração ou resolução, a plataforma MENT3C introduz uma etapa metacognitiva essencial: a classificação da dificuldade do problema que o próprio grupo elaborou ou resolveu.

Como Funciona a Votação

Ao final da atividade, cada estudante do grupo é apresentado a uma tela de votação individual e secreta. Nela, ele deve classificar a dificuldade do problema que ajudou a criar, escolhendo uma das cinco opções disponíveis.

A interface de votação é intitulada "Classificação de Dificuldade". No topo, há um temporizador que indica "Tempo restante: 27 segundos". Abaixo, a pergunta é "Como você classificaria a dificuldade deste produto?". Há cinco opções de dificuldade, cada uma em um botão cinza: "1 - Muito Fácil", "2 - Fácil", "3 - Médio", "4 - Difícil" e "5 - Muito Difícil". O botão "3 - Médio" está destacado em azul escuro, indicando a seleção atual. Abaixo das opções, há um botão verde "Confirmar".

O Cálculo da Dificuldade Percebida

Os estudantes terão 30 segundos para responder a classificação de Dificuldade. Todas as respostas individuais são registradas no banco de dados. O sistema então calcula a média aritmética de todas as notas atribuídas pelos membros do grupo.

O resultado final é o que chamamos de "Dificuldade Percebida pelo coletivo": um indicador numérico preciso que representa a percepção média do próprio grupo sobre a complexidade do desafio que eles criaram ou resolveram. Este dado é extremamente valioso para o professor ou pesquisador para analisar a avaliação dos grupos.

A seguir, detalharemos o passo a passo para configurar a Atividade de Resolução. Nesta dinâmica, os alunos são desafiados a resolver problemas, seja de um banco de questões criado por você ou aqueles elaborados pelos próprios colegas.

CRIANDO UMA ATIVIDADE DE RESOLVER

Entenda como a atividade funciona na prática para os alunos.



Entendendo a Dinâmica da Atividade

A "Atividade de Resolução" propõe um novo desafio: convidar os alunos a praticarem a análise crítica sobre o trabalho de seus colegas.



Dois Formatos: Você pode usar seu próprio **banco de questões** para uma revisão tradicional ou, de forma mais rica, usar os **problemas criados pelos próprios alunos**.



Análise Crítica: Ao receber um problema de um colega, a tarefa vai além do cálculo. O desafio é **avaliar a qualidade do enunciado**, identificar ambiguidades e até mesmo apontar quando um problema é "insolúvel".



Fases Finais: Você pode habilitar fases de **Classificação de Dificuldade** e **Comentários**, permitindo que os alunos reflitam e deem feedback sobre o trabalho dos colegas.

Seu papel como professor é o de **mediador**, observando os debates e incentivando a construção coletiva do conhecimento.



Ment3c

Mentes Críticas Criativas em trabalho Compartilhado

Daniilo

Administrador

RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS

Código da sala: 3EM125

Sair

1

Título da atividade:

Equações com Infinitas Soluções

31/255

1. **Título da Atividade:** Defina um nome claro e objetivo para esta etapa. Este será o título que os alunos visualizarão no início da atividade.

2

Tela Inicial

Texto inicial da atividade:

Encontre o máximo de pares diferentes de números inteiros (x, y) que satisfaçam a equação linear $2x + 3y = 50$.

111/2000

Tempo de duração da tela inicial:

00:00:30



2. **Tela Inicial (Texto e Duração):** Esta é a primeira tela que os alunos verão. Ela serve para apresentar o contexto ou o desafio inicial.



Texto Introdutório

Este texto serve como um **material de apoio** para os alunos. Utilize este espaço para fornecer fórmulas, conceitos-chave ou relembrar dados do problema original, garantindo que todos tenham as informações necessárias para a resolução.



Tempo de Duração

Define um tempo mínimo de visualização da tela, garantindo que os alunos possam ler e absorver o material de consulta com calma antes de avançar.

A "Atividade de Resolução" na plataforma MENT3C vai além de um simples teste de conhecimentos. Ela é projetada para ser um exercício profundo de análise crítica e colaboração, com duas modalidades principais:

Modalidade 1: Resolvendo o Banco de Questões do Professor



Neste formato, os alunos aplicam seus conhecimentos para resolver exercícios previamente selecionados por você. O "Banco de Questões" é extremamente flexível: ele pode conter desde **problemas matemáticos simples até os mais complexos**, sejam eles de natureza **aberta ou fechada**. Você pode criar listas com um único exercício ou com centenas deles, e então selecionar quantos serão utilizados na atividade, definindo se serão distribuídos na ordem original ou de forma aleatória. É uma excelente maneira de revisar conteúdos, avaliar a compreensão da turma e prepará-los para desafios futuros.

Conectando os Pontos: Da Criação à Seleção

Lembra-se da "Lista de Atividades para Resolver" que aprendemos a criar na página 13? Ela funciona como seu "Banco de Questões" particular. Primeiro você cria e popula essa lista, para depois selecioná-la aqui.

1º Crie a lista

Lista de Atividades para resolver:

- Aquecendo   
- 0-70 parte 1   
- 0-70 parte 2   
- 1. Equações com Infinitas Soluções   
- 2. Construindo Médias e Medianas   
- 3. Eventos com a Mesma Probabilidade   

+ Adicionar Lista de Atividades

2º Crie os exercícios que vão popular essa lista

 **Ment3c**
Mentes Críticas Criativas em trabalho Compartilhado

1. Equações com Infinitas Soluções

+ Adicionar Atividade

Exercício: Mostrar Resultados

Encontre o máximo de pares diferentes de números inteiros (x, y) que satisfaçam a equação linear $2x + 3y = 50$.

Editar Excluir

Na área "Dados do Repositório de Questões", utilize os filtros para encontrar e definir os problemas que serão resolvidos pelos estudantes:

Dados do Repositório de Questões

Ano:
2025-1

Salas:
(3EMI25) Mentes Críticas Criativas Cooperativas em Matemática

Repositório das questões:
1. Equações com Infinitas Soluções (lista)

Quantidade de questões a serem resolvidas:
1

Mesma atividade para todos os grupos: A ordem da lista é aleatória:

3. Ano e Sala: Selecione o ano e a sala onde você criou a "Lista de Atividades". Isso garante que você possa reutilizar listas que deram certo em outras turmas ou atividades.

4. Repositório das Questões: Este é o passo onde você escolhe a lista específica (seu "Banco de Questões") que será utilizada na dinâmica.

5. Quantidade de Questões: Você pode definir exatamente quantas questões da lista serão usadas. É possível selecionar um número específico (ex: 2 de uma lista de 10) ou escolher a opção "TODAS" para disponibilizar todos os exercícios da lista selecionada.

Quantidade de questões a serem resolvidas:

1

Selecione...

TODOS

1

2

3

Mesma atividade para todos os grupos:

6. Modalidades de Distribuição:

A combinação dos seletores "Mesma atividade para todos os grupos" e "A ordem da lista é aleatória" oferece três dinâmicas distintas para a sua aula. Entenda cada uma delas:

Cenário 1: Desafio Padronizado (Padrão)

Mesma atividade para todos os grupos: A ordem da lista é aleatória:

Nessa configuração, **todos os grupos recebem exatamente as mesmas questões**, na mesma ordem em que foram organizadas na sua "Lista de Atividades". É a modalidade ideal para avaliações ou quando você quer que toda a turma resolva os mesmos problemas de forma sequencial.

Cenário 2: Desafio Único por Grupo

Mesma atividade para todos os grupos:

A ordem da lista é aleatória:

Aqui, **cada grupo receberá uma questão diferente da lista**, e a distribuição será feita de forma aleatória. É uma dinâmica excelente para diversificar o trabalho em sala e evitar cópias, garantindo que cada equipe tenha um desafio único.

⚠ Atenção: Para esta modalidade funcionar, sua "Lista de Atividades" deve conter um número de questões igual ou maior que a quantidade de grupos na sala.

Cenário 3: Sorteio para a Turma

Mesma atividade para todos os grupos:

A ordem da lista é aleatória:

Nesta última configuração, **todos os grupos recebem as mesmas questões, porém, a ordem é sorteada aleatoriamente** pelo sistema. É uma ótima forma de manter o mesmo nível de desafio para todos, mas quebrando a previsibilidade da sequência.

💡 Dica: Para que o sorteio seja significativo, utilize esta opção em listas que contenham mais de um exercício.

Modalidade 2: Resolvendo Problemas Elaborados pelos Colegas



Esta é a modalidade mais rica e inovadora, onde os grupos recebem os problemas que foram criados por outros colegas na "Atividade de Elaboração". A dinâmica se aprofunda:

- ➕ O Desafio da Análise Crítica:** O objetivo vai além de encontrar a resposta. Os alunos podem se deparar com enunciados ambíguos ou com falta de dados, e o principal trabalho do grupo passa a ser diagnosticar a qualidade do problema.
- ⚖️ Avaliação por Pares na Prática:** A tarefa se torna um exercício de avaliação de evidências. Comentários como "falta o preço de venda da porção" são resultados valiosos, pois demonstram um profundo engajamento crítico.
- 💡 Reflexão Metacognitiva:** Ao avaliar o trabalho dos colegas, os alunos desenvolvem uma nova consciência sobre o que constitui um problema bem formulado, refletindo sobre suas próprias criações.



Mesmas Opções de Configuração

Assim como na modalidade anterior, você pode selecionar o repositório dos alunos e definir a **quantidade de questões** e a **forma de distribuição** (padrão, desafio único ou sorteio).



Importante: Requisito de Validação pelo Professor


Para que os problemas elaborados pelos alunos possam ser utilizados nesta modalidade, eles precisam primeiro ser **validados por você, o professor criador da atividade**. Este processo de validação será detalhado mais adiante no guia.

Fase de Resolução

Enunciado:

Encontre o máximo de pares diferentes de números inteiros sejam criativos e explorem o máximo de possibilidades antes que o tempo acabe.

137/1000

Tempo de duração da tela: 00:13:00 

Mensagem de tempo esgotado:

Infelizmente o tempo acabou.

28/255

7. Enunciado: Escreva aqui a instrução principal para os alunos. Este texto ficará visível durante toda a fase de resolução, servindo como guia. Você pode, por exemplo, reforçar o contexto do problema ou dar orientações específicas sobre o que espera das respostas.

8. Tempo de Duração e Mensagem de Tempo Esgotado: Defina o tempo total que os grupos terão para discutir e validar suas respostas. Ao lado, personalize a mensagem que será exibida automaticamente quando o tempo se esgotar.

9

Desabilitar avançar atividade:



Tempo mínimo para avançar:

00:10:00



10

Habilitar fase de Classificação de Dificuldade?



9

Ferramenta Pedagógica: O Tempo Mínimo para Avançar

Ao ativar a opção "**Desabilitar avançar atividade**", você transforma o "**Tempo de Duração da Tela**" em um período mínimo obrigatório de discussão.

Durante este tempo, o botão para finalizar a atividade ficará desabilitado. Use esta ferramenta para:

- **Garantir Leitura Atenta:** Assegura que todos leiam o enunciado e o material de apoio.
- **Fomentar a Discussão:** Estimula o debate sobre as estratégias antes da busca pela resposta.
- **Evitar a Pressa:** Impede que os grupos finalizem a atividade impulsivamente com a primeira solução encontrada.

10. Habilitar Fase de Classificação de Dificuldade

Ao ativar esta opção, os alunos avaliarão a dificuldade percebida do problema resolvido, conforme detalhado na página 18. Este dado é fundamental para você entender a diferença entre a sua expectativa e a experiência real da turma.

11

Habilitar fase de comentários?

Enunciado da fase de comentário:

Comente de forma breve o que acharam dessa atividade.

53/255

FINALIZAR ATIVIDADE

11. Habilitar Fase de Comentários

Esta é uma etapa poderosa para a avaliação por pares. Ative-a para que os grupos escrevam um comentário coletivo sobre a questão que acabaram de resolver. Utilize o campo "Enunciado da fase de comentário" para instruir os alunos, pedindo que justifiquem suas opiniões, apontem qualidades ou dificuldades do enunciado elaborado pelo outro grupo.

 **Finalizar Atividade**

Ao clicar em "Finalizar Atividade", todas as configurações desta atividade de resolução serão salvas e ela será adicionada à sua sequência de atividades.

A Lista de Atividades da Sequência

Aqui, cada atividade que você criou (seja de elaboração ou resolução) aparece como um item em uma lista ordenada. Você tem total controle sobre cada uma delas:

Lista de atividades da sequência:

Duração Total: 02:03:00

Ordem: <input type="text" value="1"/>	resolver – Conhecendo a aplicação MENT3C Duração: 00:07:00	CONCLUIDA	  
Ordem: <input type="text" value="2"/>	resolver – Q1 Produtividade Solidário Duração: 00:12:00	CONCLUIDA	  
Ordem: <input type="text" value="3"/>	resolver – Q2 Ônus da manutenção Duração: 00:10:00	CONCLUIDA	  
Ordem: <input type="text" value="4"/>	elaborar – Arraia Solidário do IFB Duração: 00:42:00	CONCLUIDA	  
Ordem: <input type="text" value="5"/>	resolver – Resolvendo Questões dos Pares Duração: 00:11:00	CONCLUIDA	  
Ordem: <input type="text" value="6"/>	resolver – Equações com Infinitas Soluções Duração: 00:13:00	CONCLUIDA	  
Ordem: <input type="text" value="7"/>	resolver – Construindo Médias e Medianas Duração: 00:14:00	CONCLUIDA	  
Ordem: <input type="text" value="8"/>	resolver – Eventos com a Mesma Probabilidade Duração: 00:14:00	CONCLUIDA	  

 Salvar  Sair



Nota da Pesquisa

A sequência de atividades mostrada como exemplo nesta seção é a mesma que foi aplicada na pesquisa de mestrado que deu origem à plataforma MENT3C. Ela representa um caso de uso real, validado em ambiente acadêmico com estudantes do Ensino Médio Integrado.

↑📄 Ordem das Atividades




A sequência seguirá a ordem numérica definida aqui. Para reordenar as atividades, basta **alterar os números nos campos "Ordem"** e clicar no botão "Salvar" no final da página. O sistema reorganizará a lista automaticamente.

🔘 Status da Atividade

Esta opção oferece flexibilidade durante a aula. Se, por exemplo, você perceber que não haverá tempo para uma atividade planejada, pode alterar seu status de "Não Inicializada" para "**Concluída**". Isso permite que você pule uma etapa e avance para a próxima sem precisar excluir a atividade do seu planejamento.

Ações Individuais

Ao lado de cada atividade, você encontrará os ícones de gerenciamento que permitem:

- **Editar** (): Voltar para a tela de configuração daquela atividade específica para fazer ajustes.
- **Excluir** (): Remover permanentemente a atividade da sequência.
- **Duplicar** (): Criar uma cópia exata da atividade, ideal para criar variações do mesmo exercício.

Lembre-se sempre de clicar em "Salvar" para aplicar quaisquer alterações feitas na ordem ou status das atividades.

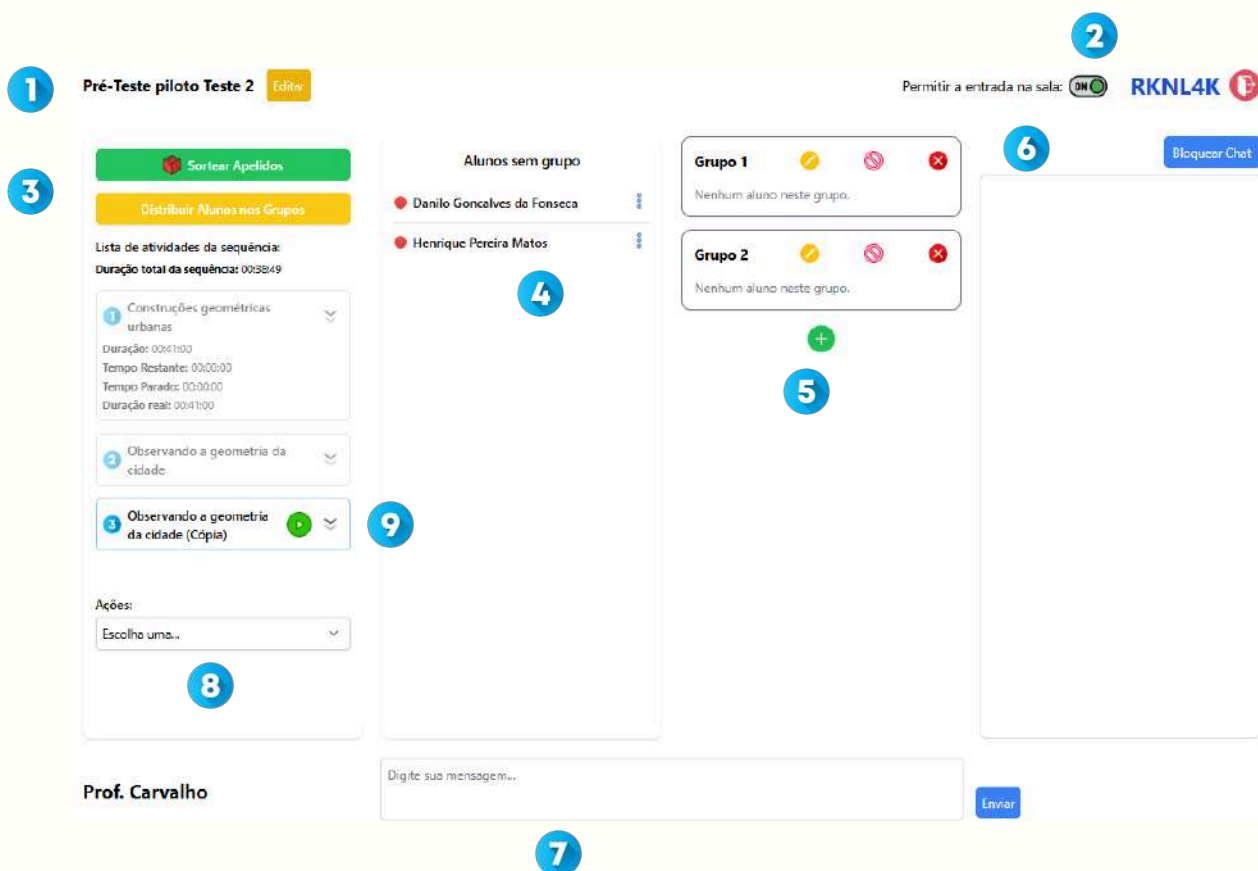
SALA PROFESSOR



Bem-vindo ao seu "Backstage"

Após clicar em "Iniciar" na sua sequência, você não entra diretamente na atividade com os alunos. Em vez disso, você acessa a sua sala de preparação particular: o Lobby do Professor.

Pense nesta tela como o seu **backstage** antes de uma apresentação. É aqui que você, como diretor da dinâmica, tem a visão completa do palco, controla a entrada dos participantes, organiza os grupos de trabalho e faz os ajustes finais nos apelidos para garantir um ambiente seguro e criativo. Este é também o seu canal de comunicação para dar as boas-vindas e as últimas orientações antes de dar início, oficialmente, à jornada de aprendizado.



The screenshot displays the teacher's backstage interface with the following elements and callouts:

- 1**: Activity title "Pré-Teste piloto Teste 2" with an "Editar" button.
- 2**: "Permitir a entrada na sala:" toggle set to "ON" and the user ID "RKNL4K".
- 3**: "Sortear Apelidos" and "Distribuir Alunos nos Grupos" buttons.
- 4**: "Alunos sem grupo" list containing "Danilo Goncalves do Fonseca" and "Henrique Pereira Matos".
- 5**: "Grupo 1" and "Grupo 2" boxes, each with a plus icon and management icons.
- 6**: "Bloquear Chat" button.
- 7**: "Digite sua mensagem..." input field and "Enviar" button.
- 8**: "Lista de atividades da sequência" section showing "Observando a geometria da cidade (Cópia)" with a plus icon.
- 9**: "Ações:" dropdown menu.

ANATOMIA DO LOBBY DE PREPARAÇÃO

Um guia detalhado de cada ferramenta à sua disposição para organizar a sala antes de iniciar a atividade.

1 Título e Ações da Sequência

Identifica o nome da sequência que você está executando. Ao lado, você encontra o botão de ação:

- **Editar:** Leva você de volta para a tela de criação da sequência, permitindo adaptar ou alterar algo que achou necessário.

3 Organização Rápida

Sortear Apelidos: Distribui aleatoriamente os apelidos pré-definidos para todos os alunos na sala.

Distribuir Alunos: Move automaticamente todos os alunos da coluna "Alunos sem grupo", tentando distribuí-los de forma equilibrada para que os grupos fiquem com a mesma quantidade de integrantes.

9 Painel da Sequência

Seu roteiro da aula. Visualize a lista de atividades, o status de cada uma e inicie a próxima clicando no ícone de "play" (▶).

8 Menu de Ações

Abaixo do painel, este menu é seu hub de navegação. Use-o para acessar rapidamente a tela de **Validação de Atividades** ou a área de **Relatórios**.

2 Controle de Acesso à Sala

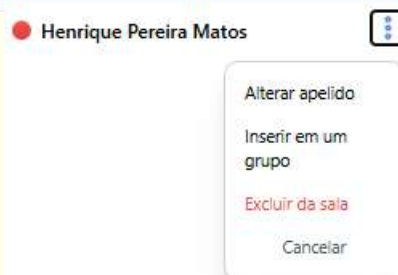
Na parte superior, você encontra o **código da sala** para compartilhar com os alunos e o seletor para "**Permitir a entrada**", que funciona como a porta de sua sala virtual.

Sair: Fecha o lobby e retorna para a sua página principal.

4 Alunos sem Grupo e Ações Individuais

Nesta coluna são listados os alunos que já entraram na sala. Ao clicar nos três pontos (⋮) ao lado do nome de um estudante, um menu de opções é exibido:

- **Alterar apelido:** Permite editar ou adicionar manualmente um apelido para aquele aluno específico.
- **Inserir em um grupo:** Permite mover o aluno manualmente para um dos grupos existentes.
- **Excluir da sala:** Remove o estudante da sala permanentemente.



5 Grupos de Trabalho e Controles

Visualize os grupos e utilize as opções de gerenciamento. Ao clicar nos três pontos (⋮) de um grupo, você pode:

- **Editar nome do grupo:** Altera o título do grupo.
- **Excluir grupo:** Remove o grupo permanentemente.
- **Desabilitar grupo:** Esta opção desativa o grupo temporariamente. É uma função útil caso o número de alunos mude entre as atividades. O sistema não permite excluir um grupo que já tenha produções para não perder os dados; nesse caso, use a opção "Desabilitar".

6 Bloquear Chat

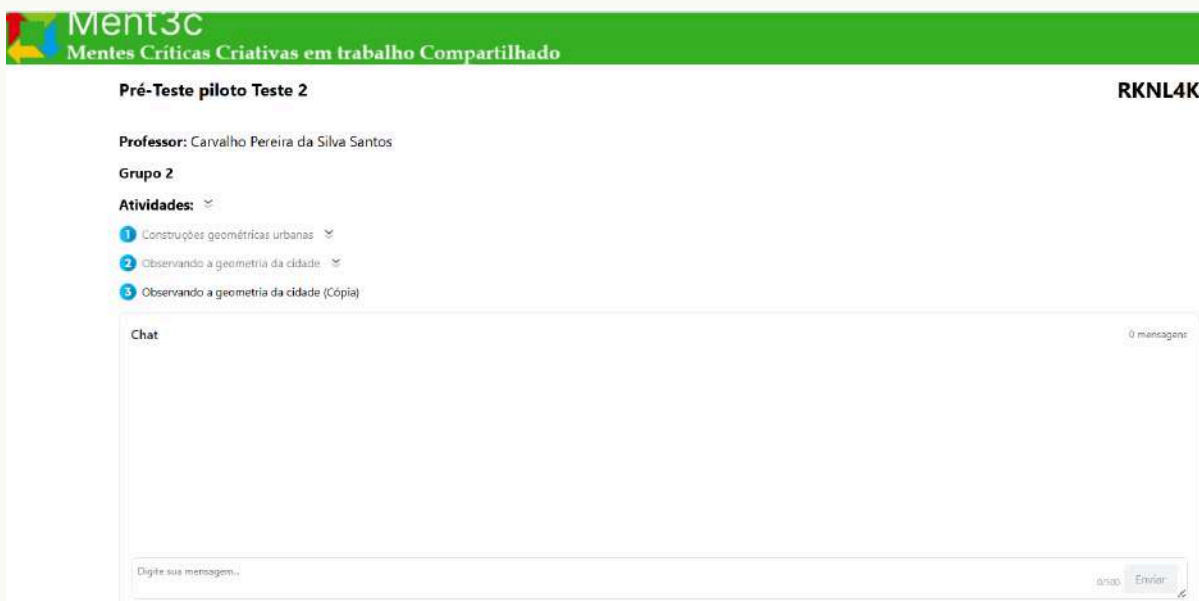
O botão "**Bloquear Chat**", localizado acima dos grupos, desabilita a comunicação por texto para todos os estudantes que estão na sala.

7 Canal de Comunicação

Utilize esta área de chat para enviar mensagens e orientações para todos os alunos que estão no lobby antes do início da atividade.

SALA ESTUDANTE

Este é o "backstage" do aluno, o ambiente onde ele aguarda, se comunica e acompanha o andamento da sequência de atividades.



The screenshot shows the Mentimeter interface for a student. At the top, there is a green header with the Mentimeter logo and the text "Mentes Críticas Criativas em trabalho Compartilhado". Below this, the session title "Pré-Teste piloto Teste 2" is displayed on the left, and the room code "RKNL4K" is on the right. The professor's name, "Professor: Carvalho Pereira da Silva Santos", is listed below the title. Underneath, it says "Grupo 2". A section titled "Atividades:" contains a list of three activities, each with a numbered icon and a dropdown arrow: "1 Construções geométricas urbanas", "2 Observando a geometria da cidade", and "3 Observando a geometria da cidade (Cópia)". Below the activities is a chat window with the word "Chat" at the top left, "0 mensagens" at the top right, and a text input field at the bottom with the placeholder "Digite sua mensagem...". To the right of the input field are icons for "áudio" and "Enviar".

Informações da Atividade

Na parte superior, o aluno visualiza o **nome da sequência**, o **código da sala**, o nome do **professor responsável** e, logo abaixo, o **nome do grupo** ao qual ele pertence.

Roteiro e Portfólio da Aula

Esta seção é um painel dinâmico que muda de função de acordo com o status de cada atividade:

- **Atividade em Andamento:** O aluno vê o roteiro de atividades. O botão "**Ir para Atividade**" só aparece quando o professor inicia uma etapa. Ele serve para o aluno entrar na atividade ou retornar a ela caso sua conexão caia ou ele chegue atrasado.
- **Atividade Concluída:** Assim que uma etapa é finalizada, as setas (▼) ao lado do nome se tornam ativas. Ao clicar, o aluno pode expandir e visualizar um resumo de toda a produção do seu grupo naquela etapa. Isso é incentivado a ser feito como parte da aula, permitindo que os alunos comparem resultados e reflitam sobre o trabalho realizado.

Chat de Comunicação

Este é o principal canal de comunicação entre o aluno, seu grupo e o professor, tanto no "ponto de encontro" antes da atividade, quanto durante a execução das tarefas.

INICIANDO UMA ATIVIDADE DE ELABORAR

O de Partida: No Lobby de Preparação do professor, ao clicar no botão "Iniciar", uma caixa de confirmação aparecerá. Ao clicar em "OK", o sistema transporta instantaneamente você e todos os alunos para as respectivas salas de atividade.

www.ment3c.com.br diz

Você tem certeza que deseja iniciar esta atividade?

OK

Cancelar



Todos são direcionados para uma tela que exibe o "**Texto de Apoio**" (ou "Tela Inicial") que foi configurado na criação. Este é um momento crucial para garantir que todos os alunos leiam as instruções, os dados do problema e o contexto da atividade com atenção.

Este é o primeiro momento da atividade, onde todos se familiarizam com o contexto antes de começar a produção.

Essa é a tela que o aluno vê o Texto de Apoio em uma janela sobreposta, com o cronômetro indicando o tempo mínimo de leitura. Durante este período, ele não pode fechar a janela, garantindo que o conteúdo seja absorvido antes do início do trabalho em grupo.

Visão do professor:

Arraia Solidário do IFB

(Texto de Apoio)

Código da Sala: GGW05



Tempo da atividade

00:01:10

Durante o Texto de Apoio, você tem total controle sobre o tempo. Na sua tela de mediação, você pode:

- **Pausar o tempo (⏸):** Caso perceba que os alunos precisam de mais tempo para ler ou para que você possa dar uma explicação oral.

- **Avançar para a próxima fase (▶▶):** Se notar que todos já entenderam o contexto e o tempo pré-determinado é desnecessário, você pode avançar para a fase de produção.

TELA ESTUDANTE ATIVIDADE DE ELABORAR

Este é o ambiente onde a colaboração, a criação e a resolução de problemas acontecem.

1 Barra de Identificação

2 Ferramentas de Apoio

3 Painel de Status e Ajuda

4 Texto de Apoio

5 Área de Criação e Resultados

6 Área de Criação e Resultados

7 Mensagem de Ment3c

8 Mensagem de Émile Borel

9 Botão de Ação

1 Barra de Identificação

Aqui, o aluno sempre sabe em qual contexto está trabalhando, visualizando o **Nome da Atividade** e o **Nome do seu Grupo**.

2 Ferramentas de Apoio

Histórico do Chat: Abre uma janela com todo o histórico de conversas, ideal para revisar discussões. Possui filtros por autor ou texto e a opção de "**Ocultar mensagens do Sistema**" para focar apenas no diálogo humano do grupo.

Símbolos Matemáticos: Abre uma paleta de símbolos (Σ , $\sqrt{\quad}$, \approx , etc.) que podem ser inseridos facilmente nas mensagens ou produções, facilitando a escrita de expressões matemáticas.

3 Painel de Status e Ajuda

Chamar Professor: Um clique neste botão (🔔) envia um alerta sonoro e visual para a tela de mediação do professor, informando que o grupo precisa de assistência.

Cronômetro: Mostra o tempo restante para o fim da fase. Caso o professor pause a atividade, o cronômetro principal para e um segundo relógio indica há quanto tempo a atividade está pausada.

Área de Interação e Produção

7 Feed do Chat: O coração da colaboração. É neste espaço que a conversa do grupo acontece e fica registrada.

8 Caixa de Mensagem: Identificada com o nome ou apelido do aluno, é aqui que ele digita suas contribuições para a discussão.



Dica Rápida: Responda a Mensagens Específicas

Para organizar a conversa e responder diretamente a uma mensagem no feed do chat (7), dê um **clique duplo** sobre ela.

A mensagem original será referenciada na sua caixa de texto, como no exemplo abaixo, facilitando o diálogo em grupo.

Paul Erdős:
Mensagem de: Ment3c
Paul Erdős entrou na sala.
RESPOSTA: [Sua resposta aqui]

9 Botão de Ação: O botão "Elaborar Questão" (ou "Enviar Resultado") pega o texto da caixa de mensagem e o envia como uma proposta formal para a área de produção, para ser votado pelo grupo.

6 Área de Criação e Resultados: O "palco" da atividade. É aqui que as propostas formais (questões ou respostas) aparecem para serem debatidas. Qualquer alteração ou exclusão de um item nesta área precisa ser votada e aprovada por todos os membros do grupo.

Alterando e excluindo Questões

Na MENT3C, nenhuma ação importante é individual. Alterar ou excluir uma proposta exige um processo de votação em grupo, fomentando o debate e a negociação.

Da mesma forma, para excluir um item, um aluno deve fazer a proposta e todos os outros precisam concordar através de uma votação.

Quando um aluno propõe uma alteração em uma questão ou resposta, o sistema inicia uma votação para todos os membros do grupo.

Proposta de Alteração

Paul Erdős propôs alterar o produto:

"Quanto é $1 + 2$?"

para

"Quanto é $1 + 20$?"

Você concorda?

Proposta de Exclusão

Você deseja excluir o produto:

"Quanto é $1 + 20$?"

O Que Acontece a Seguir? Os 3 Resultados da Votação

Toda proposta de alteração ou exclusão pode ter três desfechos:

Opção 1: O Tempo Acaba

Se um ou mais membros não votarem dentro do tempo de 30 segundos, a proposta é cancelada. O sistema informa quem não respondeu, incentivando a comunicação.

Ment3c: Tempo de confirmação esgotado: 2 participante(s) não responderam: Paul Erdős, Émile Borel.

Opção 2: Alguém Discorda

Se um aluno vota "Cancelar", a proposta é interrompida. O sistema então o incentiva a justificar sua discordância no chat, dando início ao debate.

Ment3c: Émile Borel discorda dessa ALTERAÇÃO. Por favor, explique aos demais colegas por que você discorda.

Opção 3: Todos Concordam

Se todos os membros do grupo votarem em "Confirmar", a ação é executada com sucesso e o sistema registra a alteração ou exclusão.

Ment3c: O produto "Quanto é $1 + 20$?" foi alterado pelos usuários online do grupo: Paul Erdős, Émile Borel.

A TELA DE MEDIAÇÃO DO PROFESSOR

Sua torre de controle para monitorar, gerenciar e interagir com a atividade em tempo real.

Arraia Solidário do IFB

(Fase 1 de 2)

Código da Sala: GGW05

Tempo da atividade
00:16:38

Enunciado:


Crie perguntas envolvendo porcentagem, média ou fração sobre vendas, custos ou lucros da barraca.

Grupos

Grupo 1

- Daniilo Goncalves da Fonseca (Paul Erdős)
- Ricardo Coelho Santos (Émile Borel)

Indicadores

Pedido de Assistência: 
Quantidade de mensagens: 1
Quantidade de produtos: 2
Produtos excluídos: 0
Produtos alterados: 1
Discordâncias: 1
Tempo sem mensagem: 00:37:11

participando nas respostas em seu Erdős, Émile Borel.

(Ment3c): Paul Erdős propôs alterar o produto: "Quanto é $1 + 2 ?$ " para "Quanto é $1 + 2 ?$ "

(Ment3c): Émile Borel discorda dessa ALTERAÇÃO. Por favor, explique aos demais colegas por que você discorda.

(Ment3c): Émile Borel propôs alterar o produto: "Quanto é $1 + 2 ?$ " para "Quanto é $1 + 20 ?$ "

(Ment3c): O produto "Quanto é $1 + 20 ?$ " foi alterado pelos usuários online do grupo: Paul Erdős, Émile Borel.

Prof. Carvalho:

Digite sua mensagem...

Todos os Grupos

Enviar

1-2 Painel Superior: Status e Controle

Informações da Atividade: Na parte superior, você visualiza o **Título**, a **Fase** atual (ex: Fase 1 de 2) e o **Código da Sala**.

Controles da Dinâmica: Os botões de **Play** (▶), **Pause** (⏸) e **Avançar Fase** (▶▶) permitem gerenciar o andamento da atividade. O **cronômetro** ao lado mostra o tempo restante.

3 Enunciado da Fase

A instrução principal da fase atual fica sempre visível aqui para sua referência, garantindo que você possa orientar os alunos sem precisar sair da tela.

5-6 Painel de Comunicação Direta

A coluna da direita é o seu canal de comunicação e o feed de eventos da sala.

- **(5) Feed de Eventos e Chat Geral:** Por padrão, este feed exibe as mensagens de **todos os grupos** em tempo real, além dos eventos automáticos do sistema.
- **(6) Envio de Mensagens com Filtro:** Utilize a caixa de texto para se comunicar. O seletor abaixo é uma ferramenta poderosa: você pode enviar uma mensagem para **"Todos os Grupos"** ou escolher um **grupo específico**. Ao selecionar um grupo, o chat no feed (5) é automaticamente filtrado, mostrando apenas as mensagens daquele grupo, permitindo uma conversa focada.

4 Painel de Grupos: Monitoramento e Ação

A coluna da esquerda é seu principal painel de monitoramento. Aqui você pode:

- **Entrar na Sala do Grupo:** Ao **clicar no nome do grupo**, você é levado para uma visão idêntica à do estudante, onde pode intervir diretamente: alterar ou excluir respostas, e até validar propostas unilateralmente.
- **Verificar Status Online:** O círculo verde ao lado do nome de cada aluno indica que ele está online. Se o círculo estiver vermelho, o aluno está offline.
- **Remover um Aluno:** Clicando no símbolo de status online, você pode remover um estudante da sala, uma ação útil caso ele esteja inativo ou apresente um comportamento que exija essa atitude.
- **Analisar Indicadores em Tempo Real:** Acompanhe as métricas de cada grupo (quantidade de mensagens, produtos criados, discordâncias, etc.). Estes dados são salvos e farão parte do relatório final da atividade.

DE VOLTA À SALA DO ESTUDANTE: FASE 2 DA ELABORAÇÃO

Após a criação, a tarefa agora é analisar, aprimorar, responder e validar os problemas. Veja como a interface do aluno se adapta para esta nova etapa.

The screenshot displays a user interface for a student. On the left, a question is shown: "QUESTÃO 1 de 2 para validar: Quanto é 1 + 20?". Below the question, there is a text input field with the placeholder "Digite sua mensagem...". A blue button labeled "Criar Resultado" is positioned to the right of the input field. On the right side of the interface, there is a blue header "Área de Criação e Resultados" and a large blue area with a green button labeled "VALIDAR". A red circle with the number "1" is placed over the question title, a red circle with the number "2" is over the "Criar Resultado" button, and a red circle with the number "3" is over the "VALIDAR" button.

Iniciando a Fase 2: Validação e Respostas

A Fase 2 começa de duas maneiras: automaticamente, quando o tempo da Fase 1 se esgota, ou quando o professor decide avançar a atividade manualmente. O objetivo agora muda: os estudantes devem criar respostas para os problemas que elaboraram, validar tanto as respostas quanto os enunciados, e por fim, realizar uma classificação de dificuldade percebida pelo grupo.

1 Questão em Foco

As questões que o grupo elaborou na fase anterior são agora apresentadas em ordem, uma de cada vez, com um indicador (ex: "Questão 1 de 2 para validar"). Nesta fase, o enunciado do problema ainda pode ser **alterado ou excluído**, seguindo o mesmo processo de votação e consenso em grupo explicado na página 31.

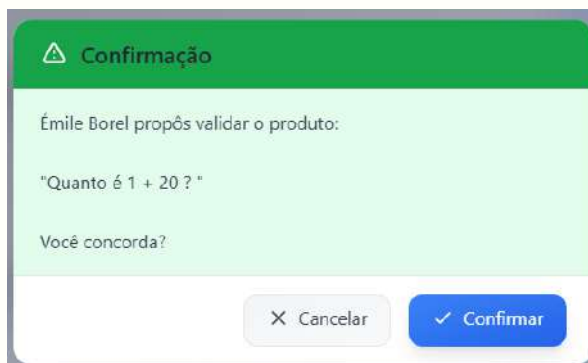
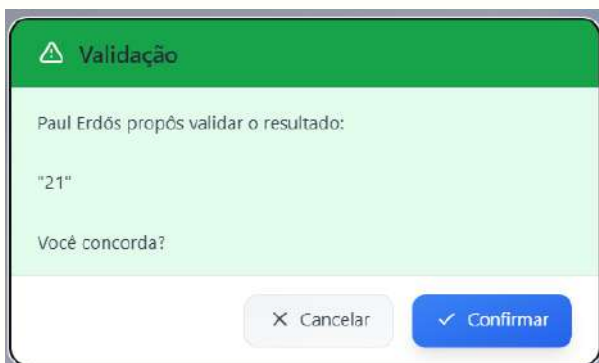
Área de Produção e Validação

2 Criar Resultado: O botão de ação muda. Agora, ao invés de "Elaborar Questão", o aluno clica em "**Criar Resultado**" para submeter uma resposta à questão que está em foco.

A resposta proposta aparece na "Área de Criação e Resultados" e também pode ser alterada ou excluída por consenso.

3 Validar: Após o grupo criar e concordar com uma ou mais respostas, um dos integrantes deve clicar no botão "**Validar**". Esta ação inicia o processo final de votação.

Ao clicar em "Validar", o sistema exibe uma caixa de confirmação para todos os membros do grupo. Nesta etapa, o grupo valida simultaneamente a pergunta E a(s) sua(s) resposta(s). O processo segue as mesmas três opções de resultado (Tempo Esgotado, Discordância ou Consenso) detalhadas na página 31.



Uma vez que uma questão é validada, o grupo realiza a "Classificação de Dificuldade" (conforme detalhado na página 18). Em seguida, o sistema avança automaticamente para a próxima questão da lista. O processo se repete até que todas as questões sejam finalizadas, o tempo da atividade se esgote, ou o professor encerre a fase de forma unilateral.

VALIDANDO AS QUESTÕES DOS ESTUDANTES

Sua central de curadoria, onde você analisa, aprimora e aprova as produções dos alunos para serem usadas na "Atividade de Resolver por Pares".


➔ Como Acessar a Tela de Validação

De volta ao **Lobby de Preparação** do professor, acesse o menu "Ações" e selecione a opção "Validar". Isso o levará para a tela de gerenciamento de todas as produções dos alunos.

Escolha uma...

Validar

Relatórios

Escolha uma... 

Validar Atividades

1 **Filtrar por Atividade:** Todas as Atividades **Filtrar por Grupo:** Todos os Grupos **Filtrar por Validação:** Todos os Produtos **3**

ID	GRUPO	TEXTO DO PRODUTO	VALIDADO PELO GRUPO	CLASSIFICAÇÃO DE DIFICULDADE	PRODUTO ALTERADO	RESULTADOS	COMENTÁRIOS	VALIDAÇÃO PELO PROFESSOR
425	Grupo 1	Quanto é $1 + 20$?	SIM	3.00 / 5.00	NÃO	Ocultar 2 Exibir		NÃO 
		Resultado Texto	Validado pelo Grupo		Resultado Alterado		Validação pelo	VALIDAÇÃO PELO PROFESSOR
510		21	SIM		NÃO		NÃO	SIM SIM COM ALTERAÇÃO NÃO
426	Grupo 1	Quanto é $2 + 2$?	SIM	1.00 / 5.00	NÃO	Ocultar Exibir		NÃO 
		Resultado Texto	Validado pelo Grupo		Resultado Alterado		Validação pelo Professor	
511		4	SIM		NÃO		NÃO	

1 Ferramentas de Filtragem

Utilize os filtros na parte superior para localizar rapidamente as produções que deseja analisar. Você pode filtrar por **Atividade**, por **Grupo** ou pelo **Status de Validação** (ex: mostrar apenas os produtos ainda não validados).

2 Analisando e Comentando

Ocultar/Exibir: Use os botões para mostrar ou ocultar os **Resultados** e **Comentários** associados a cada problema, limpando a visualização para focar no que é mais importante no momento.

Feedback Direto: Este é o momento ideal para dar feedback. Ao clicar em "Exibir" nos comentários, você pode adicionar suas próprias observações, orientando o grupo sobre os pontos fortes ou as áreas a serem melhoradas na questão que eles criaram.

3 O Processo de Validação

Na coluna "**Validação pelo Professor**", você tem três opções para cada problema elaborado. Lembre-se: o sistema só poderá utilizar as questões que forem validadas com "SIM" ou "SIM COM ALTERAÇÃO".

Opção 1: SIM

Selecione esta opção se a questão elaborada pelo estudante está clara, correta e pronta para ser usada como está, mesmo que contenha pequenos erros. Esta escolha preserva a autenticidade da produção do aluno.

Opção 2: SIM COM ALTERAÇÃO

A escolha mais poderosa para a mediação. Use-a quando você identifica um grande potencial na questão, mas ela precisa de ajustes para ficar mais clara, completa ou desafiadora. Ao selecionar esta opção, um campo se abrirá permitindo que você reescreva o enunciado. O sistema salvará sua versão aprimorada.

Opção 3: NÃO

Utilize para questões que não serão aproveitadas na atividade de resolução por pares, seja por estarem fora do escopo, conterem erros conceituais graves ou por qualquer outro critério pedagógico.

*📌 O mesmo processo de validação se aplica aos **resultados** propostos pelos alunos para suas próprias questões.*

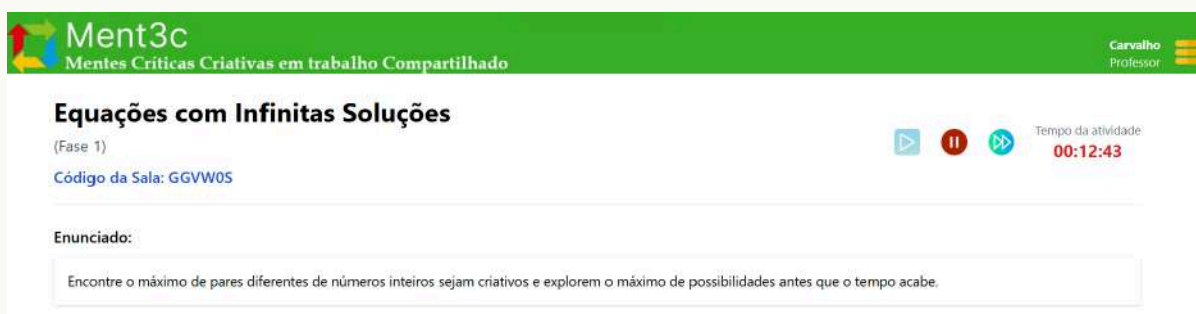
INICIANDO UMA ATIVIDADE DE RESOLVER

Nesta etapa, o foco muda da criação para a aplicação do conhecimento. Veja como a tela do estudante se adapta para este desafio.

O Foco Agora é Resolver

A estrutura da "Atividade de Resolver" é familiar, mas com uma diferença fundamental: o problema apresentado é fixo e **não pode ser alterado ou excluído pelo grupo**. A tarefa consiste em uma única fase focada na resolução, onde os alunos devem colaborar para encontrar e validar as respostas corretas.

Visão do professor



A captura de tela mostra a interface do professor no Ment3c. No topo, há o logotipo do Ment3c e o nome do professor, Carvalho. O título da atividade é "Equações com Infinitas Soluções" (Fase 1). Abaixo do título, há o código da sala: GGW05. À direita, há um temporizador que indica 00:12:43 de tempo restante. Abaixo, há um campo de texto para o enunciado, que contém o texto: "Encontre o máximo de pares diferentes de números inteiros sejam criativos e explorem o máximo de possibilidades antes que o tempo acabe."

Visão do Estudante

Ment3c

Mentes Críticas Criativas em trabalho Compartilhado

Equações com Infinitas Soluções

Grupo 1

Histórico do chat:



Símbolos Matemáticos: Σ

Chamar Professor:



00:12:15

Texto de Apoio

Encontre o máximo de pares diferentes de números inteiros sejam criativos e explorem o máximo de possibilidades antes que o tempo acabe.

1

Encontre o máximo de pares diferentes de números inteiros (x, y) que satisfaçam a equação linear $2x + 3y = 50$.

Ment3c: Émile Borel entrou na sala.

Paul Erdős:

Digite sua mensagem...



Criar Resultado

Área de Criação e Resultados

Tempo para liberar Avançar: 00:08:32

VALIDAR

🎯 O Desafio e os Recursos

A Questão (1): O problema a ser resolvido é apresentado de forma clara. Diferente da fase de elaboração, este enunciado é fixo.

Texto de Apoio: Assim como antes, o texto de apoio inicial pode ser consultado a qualquer momento, servindo como fonte de dados, fórmulas ou outras informações relevantes.

💡 Área de Produção e Validação

A dinâmica de colaboração para criar e refinar as respostas segue o mesmo fluxo:

- O botão de ação agora é "**Criar Resultado**". Os alunos usam o chat para debater e, em seguida, submetem suas propostas de resposta para a "Área de Criação e Resultados".
- As propostas de resultado podem ser **alteradas ou excluídas**, sempre seguindo o processo de consenso do grupo.

Nova Dinâmica: Tempo Mínimo Obrigatório

Dependendo da configuração do professor, esta fase pode incluir um **"Tempo para Liberar Avançar"**. Durante este período, indicado pelo cronômetro em vermelho, o botão **"VALIDAR"** fica desabilitado.

Esta ferramenta pedagógica garante um tempo mínimo de debate, incentivando os alunos a explorarem diferentes estratégias antes de validarem a primeira resposta que encontrarem.

Após o tempo em vermelho se esgotar, o botão **"VALIDAR"** é liberado, e o processo de validação final da(s) resposta(s) pode ser iniciado, seguindo as mesmas regras de consenso já explicadas na página 34.

Após a resolução de cada problema, o professor pode habilitar até duas etapas opcionais para aprofundar a reflexão e coletar dados.

 Texto de Apoio

Comente de forma breve o que acharam dessa atividade.

1 **Encontre o máximo de pares diferentes de números inteiros (x, y) que satisfaçam a equação linear $2x + 3y = 50$.**

Ment3c: Émile Borel propôs validar o resultado:

"x 10 y 20"

Ment3c: O resultado "x 10 y 20" foi validado pelos usuários online do grupo: Paul Erdős, Émile Borel.

Émile Borel:

Digite sua mensagem...



Criar Comentário

Área de Criação e Resultados

Nenhum comentário

VALIDAR

Fase Opcional: Comentários do Grupo

Se habilitada pelo professor, esta fase permite que o grupo escreva um **feedback coletivo** sobre a questão que acabaram de resolver. O botão de ação muda para **"Criar Comentário"**.

Feedback para os Pares

Ao resolver uma questão elaborada por outro grupo, o comentário serve como um feedback direto para os colegas, apontando qualidades ou dificuldades.

Feedback para o Professor

Ao resolver uma questão do "Banco de Questões", o comentário se torna um feedback valioso para você, permitindo visualizar as diversas opiniões da turma sobre o problema proposto.

★ Fase Opcional: Classificação de Dificuldade

Se habilitada, esta é a última etapa interativa para o aluno após resolver uma questão. Conforme já detalhado na página 18, o grupo classifica a dificuldade percebida, fornecendo dados importantes sobre a experiência da turma.

🚩 O Fim da Atividade

Após a conclusão de uma questão (e suas fases opcionais), o sistema verifica se a atividade de "Resolver" continua. Ela se encerra sob uma das seguintes condições:

- **Todas as questões foram resolvidas:** O sistema avança para a próxima da lista. Se não houver mais questões, a atividade termina.
- **O tempo acabou:** O cronômetro geral da atividade, definido pelo professor, chega ao fim.
- **Intervenção do Professor:** O professor finaliza a atividade de forma unilateral através da sua tela de mediação.

O PORTFÓLIO DO ESTUDANTE: REVENDO E REFLETINDO

Após a conclusão, a Sala do Estudante se transforma em um portfólio interativo para análise e reflexão sobre o trabalho realizado.

Ment3c

Mentes Críticas Criativas em trabalho Compartilhado

Mentes Críticas Criativas Cooperativas em Matemática (Cópia)

GGVW05

Professor: Carvalho Pereira da Silva Santos

Grupo 1

Atividades:

- 1 Conhecendo a aplicação MENT3C
- 2 Q1 Produtividade Solidário
- 3 Q2 Ônus da manutenção
- 4 Arraiá Solidário do IFB

Two screenshots of the Ment3c interface showing group results for two different activities. The first screenshot shows a group with 21 members and a score of 3.00/5.00. The second screenshot shows a group with 4 members and a score of 1.00/5.00.

Acessando o Histórico de Produções

De volta à "Sala do Estudante", ao lado de cada atividade concluída, o aluno verá uma seta (↘). Ao clicar nela, a seção se expande, revelando um resumo detalhado de toda a produção do seu grupo naquela etapa.

Analisando a Produção do Grupo

Dentro do card expandido, o aluno pode revisitar cada problema que seu grupo elaborou ou resolveu e analisar os seguintes dados:

- **Resultados do Meu Grupo:** Visualiza a(s) resposta(s) final(is) que o grupo validou.
- **Média de Dificuldade:** Vê a nota (de 1 a 5) que o próprio grupo atribuiu à dificuldade daquela questão durante a fase de classificação.

Feedback Externo e Reflexão Individual

A reflexão continua mesmo após a atividade ter terminado:

- **Comentários de Outros Grupos e do Professor:** Ao clicar no botão "Comentários", o aluno pode ler todos os feedbacks que sua produção recebeu, seja de outros colegas (na atividade de resolver por pares) ou do professor.
- **Adicionar Novos Comentários:** A qualquer momento, o aluno pode inserir novos comentários. Uma diferença importante é que, nesta fase, o comentário é **individual e identificado com seu nome real**, não mais em nome do grupo ou com o apelido. É um espaço para a reflexão pessoal e para continuar o diálogo sobre o trabalho realizado.

RELATÓRIO PROFESSOR

A seção de relatórios da plataforma MENT3C representa o culminar da experiência de aprendizado colaborativo. Ela foi concebida não como uma ferramenta de avaliação tradicional, focada apenas em notas e resultados finais, mas como um poderoso painel analítico projetado para tornar visíveis os processos complexos e frequentemente intangíveis da aprendizagem em grupo. Este recurso transforma a vasta quantidade de dados gerados durante as atividades — cada mensagem, cada proposta, cada alteração e cada discordância — em um panorama detalhado do engajamento estudantil. O objetivo é ir além da resposta correta, permitindo ao educador analisar como os estudantes chegaram a essa resposta, revelando as nuances do pensamento crítico, da criatividade e da cooperação em ação.

➔ Como Acessar os Relatórios

No **Lobby de Preparação**, acesse o menu "Ações" e selecione a opção "Relatórios". Isso o levará para a tela de visualização e geração de todos os dados capturados na sequência.

Ações:

Escolha uma... ▾

Escolha uma...

Validar

Relatórios

Transformando a atividade em dados: a ferramenta de análise para o professor-pesquisador.

The screenshot displays the MENT3C interface. At the top, the logo 'Ment3c' is visible with the tagline 'Mentes Críticas Criativas em trabalho Compartilhado'. The user 'Danilo Administrador' is logged in. The main content area is titled 'Mentes Críticas Criativas Cooperativas em Matemática' and '3EMI25'. It shows a 'Grupo' dropdown set to 'Grupo 1' and a 'Gerar Relatório PDF' button. Below this is an 'Observações' section with a text area containing a detailed report of a group's performance. To the right, there is a table titled 'Estudantes do grupo' with columns for 'Ocultar Lista' and 'Mostrar Observações'. The table rows are currently hidden.

*os nomes dos estudantes foram ocultados para garantir o anonimato de pesquisa

👤 Visão Geral e Suas Observações

A tela inicial dos relatórios oferece uma visão geral dos participantes e um espaço para suas próprias anotações, essenciais para a análise qualitativa.

Lista de Estudantes: Visualize todos os participantes do grupo e suas informações. Você pode ocultar a lista ou expandir para ver detalhes de cada aluno.


Campo de Observações: Utilize este espaço para registrar suas percepções sobre a dinâmica do grupo, como dificuldades, insights e o clima geral da atividade. Suas anotações ficam salvas e farão parte do relatório final.

Geração de Relatórios em PDF

A ferramenta permite exportar um relatório completo em PDF. A grande vantagem está na flexibilidade dos filtros:

- **Filtrar por Atividade:** Selecione "Todas as Atividades" ou escolha uma ou mais atividades específicas para focar sua análise.
- **Filtrar por Grupo:** Gere um relatório com os dados de todos os grupos ou selecione grupos específicos para uma análise comparativa.

Gerar Relatório PDF ^

- Todas Atividades
- 1. Conhecendo a aplicação MENT3C
 - 2. Q1 Produtividade Solidário
 - 3. Q2 Ônus da manutenção 
 - 4. Arraiá Solidário do IFB
 - 5. Resolvendo Questões dos Pares
 - 6. Equações com Infinitas Soluções
 - 7. Construindo Médias e Medianas
 - 8. Eventos com a Mesma Probabilidade

- Todos Grupos
- Grupo 1
 - Grupo 2
 - Grupo 3
 - Grupo 4
 - Grupo 5
 - Grupo 6
 - Grupo 7
 - Grupo 8 (desativado)
 - Demonstração (desativado)

Gerar PDF

Análise Detalhada dos Dados

A verdadeira potência do MENT3C está na profundidade dos dados que ele captura, permitindo uma análise que vai além do certo e errado.

Comparativo de Grupos e Indicadores

A plataforma gera gráficos comparativos para cada indicador (mensagens, resultados, discordâncias, etc.), permitindo que você visualize de forma rápida qual grupo foi mais produtivo, qual teve mais conflito ou qual ficou mais tempo em silêncio. Essa visão quantitativa é o ponto de partida para aprofundar a análise qualitativa.

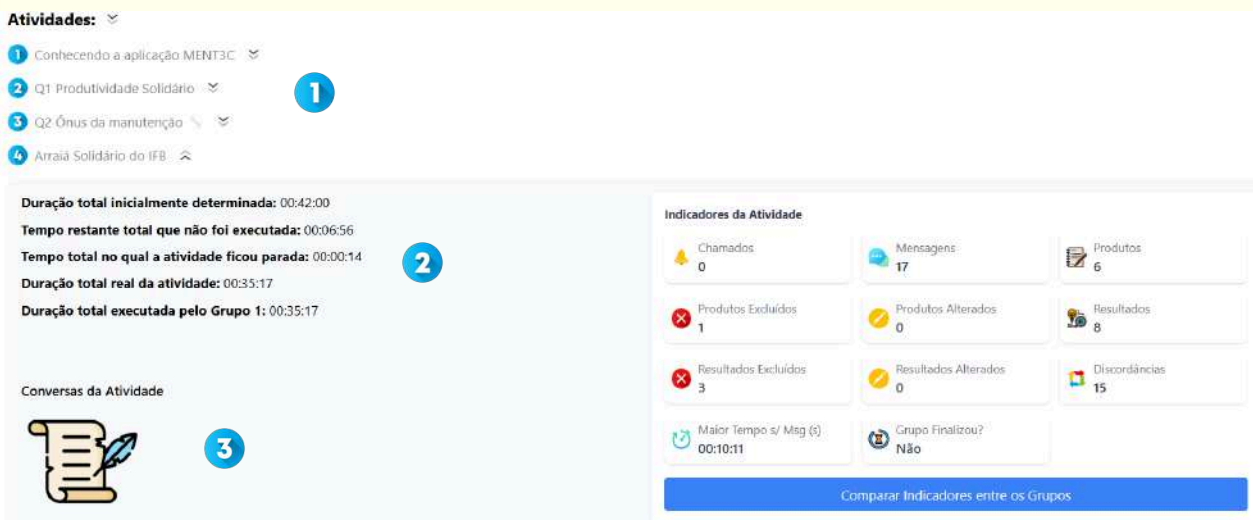
Análise de Produções, Comentários e Dificuldade


Você pode revisar cada questão, ver as respostas e os comentários de cada grupo, e analisar a média de dificuldade percebida por eles. Isso permite cruzar dados: um grupo achou uma questão "fácil", mas a resolveu de forma incorreta? Outro achou "difícil", mas a debateu intensamente e chegou à resposta certa?





Transcrição Completa das Conversas

O relatório inclui a transcrição completa do chat de cada grupo, com data e hora. Este é um material riquíssimo para a análise de conteúdo, permitindo que você entenda o processo de construção do conhecimento, a dialética do erro, as mediações e as contradições que emergiram no diálogo.

i Como visto na pesquisa de mestrado, é a articulação entre esses diferentes dados (quantitativos e qualitativos) que permite uma compreensão profunda do desenvolvimento do pensamento crítico e criativo, transformando cada atividade em uma valiosa oportunidade de pesquisa-ação.



Atividades: 

- 1 Conhecendo a aplicação MENT3C 
- 2 Q1 Produtividade Solidário 
- 3 Q2 Ônus da manutenção 
- 4 Arraiá Solidário do IFB 


Duração total inicialmente determinada: 00:42:00
Tempo restante total que não foi executada: 00:06:56
Tempo total no qual a atividade ficou parada: 00:00:14
Duração total real da atividade: 00:35:17
Duração total executada pelo Grupo 1: 00:35:17

Conversas da Atividade

Indicadores da Atividade

Chamados 0	Mensagens 17	Produtos 6
Produtos Excluídos 1	Produtos Alterados 0	Resultados 8
Resultados Excluídos 3	Resultados Alterados 0	Discordâncias 15
Maior Tempo s/ Msg (s) 00:10:11	Grupo Finalizou? Não	

Comparar Indicadores entre os Grupos

1. Para iniciar a análise detalhada, selecione uma das atividades na lista clicando na seta para baixo (). A tela se expandirá, revelando um painel completo com dados quantitativos e qualitativos.

2. Indicadores de Tempo Analise a gestão do tempo pelo grupo, com dados sobre a duração total, tempo não utilizado e tempo em que a atividade esteve pausada

3. **Conversas da Atividade:** acesse a transcrição completa do chat. Este é um material riquíssimo para entender o processo de construção do conhecimento, a dialética do erro e as mediações que ocorrerem. Aqui é possível filtrar mensagens e ocultar mensagens do sistema.

Histórico de Conversas

Fechar X

Filtrar por: Ocultar mensagens do Sistema

ae

5/17/2025, 3:13:13 PM
Ment3c
 Blaise Pascal criou uma nova resposta: " R\$12,00"

5/17/2025, 3:14:07 PM
Wisley (Blaise Pascal)
 36×2,00= R\$72,00

5/17/2025, 3:14:15 PM
Ment3c
 Blaise Pascal criou uma nova resposta: "R\$72,00"

5/17/2025, 3:14:50 PM
Ment3c
 Tempo de validação esgotado: 1 participante(s) não responderam.

5/17/2025, 3:16:05 PM

4. **Esqueça os relatórios tradicionais.** O MENT3C oferece uma análise profunda dos processos de aprendizagem. Visualize o engajamento, identifique padrões e entenda a dinâmica de cada grupo para além do "certo" e "errado".

Comparativo de Grupos

Produtos

4 Arraís Solidário do IFB

INDICADORES

- Chamados
- Mensagens
- Produtos
- Produtos Excluídos
- Produtos Alterados
- Resultados
- Resultados Excluídos
- Resultados Alterados
- Discordâncias
- Maior Tempo s/ Msg (s)
- Grupo Finalizou?
- Duração Executada

Grupo	Porcentagem
Grupo 1	16.7%
Grupo 2	19.4%
Grupo 3	8.3%
Grupo 4	16.7%
Grupo 5	16.7%
Grupo 6	11.1%
Grupo 7	11.1%

Grupo 1 6

Grupo 2 7

Grupo 3 3

Grupo 4 6





Grupo 5 6

Grupo 6 4

Grupo 7 4

Decifrando os Indicadores-Chave

Cada métrica no relatório oferece uma visão única sobre a dinâmica de colaboração do grupo. Entender esses indicadores é a chave para transformar dados em insights pedagógicos.

-  **Mensagens:** O principal indicador do volume de diálogo e interação. Um alto número de mensagens sugere um debate ativo, enquanto um baixo número pode indicar tanto uma resolução rápida quanto uma falta de comunicação.
-  **Discordâncias:** Um forte termômetro do pensamento crítico. Este número registra quantas vezes os estudantes questionaram propostas, indicando que não houve uma aceitação passiva das ideias, mas sim um processo de análise e negociação.
-  **Produtos & Resultados:** Mede a capacidade do grupo de transformar a discussão em ações concretas. Os números de itens criados, alterados e excluídos revelam o quão dinâmico foi o processo de construção e refino das ideias.
-  **Maior Tempo s/ Msg:** Aponta os maiores períodos de inatividade no chat. Intervalos curtos podem significar momentos de reflexão individual, mas períodos muito longos podem ser um sinal de desengajamento ou dificuldades.

4 Análise Comparativa:

- A Turma em Perspectiva, Com gráficos intuitivos, compare o desempenho dos grupos e transforme dados quantitativos em insights pedagógicos.
- Um grupo com muitas discordâncias e produtos alterados não falhou; pelo contrário, provavelmente passou por um intenso processo de negociação e pensamento crítico. Os dados contam a história da aprendizagem.

5 Grupo 1 17/05/2025, 11:49:58 Se caso forem cozidas 80 espigas, quantos Wh de energia elétrica serão gastos?

Resultados Comentários 2.75 / 5.00

Nenhum resultado (outros grupos)

7 Resultados do Grupo 1:

Grupo 1
Cozinhar 80 espigas vai gastar 7200 Wh de energia elétrica
17/05/2025, 12:31:27 2.75 / 5.00

Ocultar resultados do Grupo 1

8

6 Grupo 1 17/05/2025, 11:51:11 quantas espigas restam se 80% forem vendidas?

Resultados Comentários 3.00 / 5.00

Prof Danilo: 09/07/2025, 11:13:09
Pergunta muito bem elaborada! Ela explora porcentagem de um jeito prático e fácil de visualizar no contexto da barraca.
Editar Excluir

Digite seu comentário...

Salvar Cancelar

Resultados do Grupo 1:

Grupo 1
ou seja 24
17/05/2025, 12:00:26 3.00 / 5.00

Ocultar resultados do Grupo 1

9

Grupo 1 17/05/2025, 11:52:51 se cada porção de canjica for vendida por R\$ 2,00, quanto arrecadamos por bandeja?

Resultados Comentários 2.25 / 5.00

Prof Danilo: 09/07/2025, 11:14:43
Pergunta direta e importante para calcular o faturamento da barraca!
Editar Excluir

Grupo 2: questão complicadinha 12/07/2025, 08:57:38

Grupo 2: 12/07/2025, 08:58:51
cada bandeja custa 3,50 para produção, e produz 6 porções, cada porção por 2 reais, portanto $2,00 \cdot 6 - 3,50 = 8,50$

Digite seu comentário...

Salvar Cancelar

Resultados do Grupo 1:

Grupo 1
R\$12,00
17/05/2025, 12:13:13 2.25 / 5.00

Ocultar resultados do Grupo 1

☰ Analisando as Produções Finais

Abaixo dos indicadores, o relatório exibe cada **produto final** (a questão ou resposta validada). Aqui você pode:

- **(5) Identificar a Autoria:** Veja se a questão foi proposta por um grupo ou se é uma "Atividade do Professor".
- **(6) Entender a Validação:** Os ícones indicam se o produto foi validado pelo grupo (👍), por você (✅), ou por você com alterações (⚠️). Clicar no ícone amarelo alterna entre a versão original do aluno e a sua versão aprimorada.
- **(7) Explorar Resultados e Comentários:** Alterne entre as abas para ver as respostas de outros grupos ou para ler todos os comentários, incluindo seus próprios feedbacks e as reflexões dos colegas.
- **(8) Ocultar/Mostrar Respostas:** Expanda ou recolha a lista de respostas do grupo criador ou da atividade do professor
- **(9) Continuar o Feedback:** Mesmo após o fim da atividade, você pode inserir novos comentários, complementando a avaliação e continuando o diálogo com os alunos.

O relatório da MENT3C é muito mais do que um simples registro de notas. Diferente de uma pontuação de teste, que é um único ponto de dados estático, este relatório é um artefato narrativo rico e multifacetado. Ele conta a história da jornada intelectual de um grupo, completa com seu diálogo autêntico, seus rascunhos, suas revisões, seus debates e o *feedback* que receberam. Essa natureza narrativa o torna uma ferramenta de avaliação e comunicação potente, com diversas aplicações práticas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao chegarmos ao final desta jornada, é com gratidão e humildade que refletimos sobre a proposta do guia MENT3C. O cerne desta abordagem reside na simplicidade de cultivar mentes criativas, críticas e colaborativas, um convite à transformação, mesmo que mínima no cenário do ensino de matemática.

Ao explorarmos os conceitos fundamentais, como elaboração e resolução de problemas, não estamos apenas apresentando uma sequência de atividades isoladas, mas sim atividades compartilhadas em uma perspectiva que visa enriquecer a experiência educacional. A MENT3C não é uma solução isolada, mas um instrumento que se molda às necessidades do educador, reconhecendo a diversidade e singularidade de cada sala de aula.

As atividades em sua simplicidade organizada, destaca-se como um guia amigável, uma trilha a ser percorrida com flexibilidade e adaptabilidade. Este guia, longe de ser prescritivo, é um convite à experimentação, à descoberta de novas formas de engajar os estudantes e educadores no universo desafiador da matemática.

Em última análise, a MENT3C é mais do que uma aplicação web; é uma proposta para repensar o ensino e aprendizado, incorporando uma abordagem participativa e colaborativa. Ao abraçar a MENT3C, estamos abrindo portas para um ambiente educacional mais dinâmico, onde a jornada de aprendizado é construída coletivamente, promovendo não apenas o entendimento matemático, mas também habilidades valiosas para a vida.

Este guia é, portanto, uma modesta contribuição para a comunidade educacional, uma ferramenta que busca inspirar e, ao mesmo tempo, aprender com as experiências únicas de cada educador. Em um espírito de colaboração e aprendizado contínuo, a MENT3C se apresenta como uma possibilidade para transformar salas de aula em espaços vibrantes de descoberta e crescimento.

REFERÊNCIAS

FONSECA, M. G.; GONTIJO, C. H. Pensamento crítico e criativo em Matemática em diretrizes curriculares nacionais. **Ensino Em Re-Vista**, Uberlândia, v. 27, n. 3, p. 956-978, set./dez. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.14393/ER-v27n3a2020-8>. Acesso em: 10 ago. 2025.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

GONTIJO, C. H. **Relações entre criatividade, criatividade em matemática e motivação em matemática de alunos do ensino médio**. 2007. 194 f. Tese (Doutorado em Psicologia) – Instituto de Psicologia, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2007. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/2528>. Acesso em: 10 ago. 2025.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

APÊNDICE B – ROTEIRO DIÁRIO DE BORDO

Objetivo do encontro: O propósito inicial destes encontros é estabelecer um entendimento iniciado da rotina diária dos estudantes e dos processos educacionais que a permeiam, com um foco particular na maneira como eles se envolvem com a matemática dentro da sala de aula. Busca-se, através de uma abordagem que integra princípios de observação participante, imergir no universo dos estudantes para capturar uma visão abrangente de suas experiências de aprendizagem, suas interações com a tecnologia, e como o pensamento crítico e criativo é manifestado em seu cotidiano acadêmico. Essa fase inicial é crucial para construir uma base de compreensão e conexão com os sujeitos da pesquisa, permitindo uma análise mais rica e contextualizada dos dados coletados subsequentemente.

Além disso, visamos identificar e documentar as dinâmicas do ambiente educacional que influenciam a aprendizagem matemática, o uso de tecnologias educacionais, e as práticas colaborativas entre estudantes. Isso permitirá não apenas compreender os desafios enfrentados pelos estudantes na aprendizagem de matemática, mas também identificar práticas pedagógicas que promovam efetivamente o desenvolvimento do pensamento crítico e criativo.

Por fim, estes encontros servirão como o ponto de partida para o estabelecimento de relações de confiança e abertura entre o pesquisador e os participantes, fundamentais para o sucesso da coleta de dados e para o alcance dos objetivos gerais da pesquisa.

1. Introdução aos Encontros:

- Registrar Data e local e duração de cada encontro.

2. Identificação dos Participantes:

- Dados de identificação (anônimos) dos estudantes participantes.
- Contexto breve dos participantes (sem comprometer a privacidade ou a ética da pesquisa).

3. Descrição das Atividades Observadas:

Durante e após cada aula ou/e atividade, o observador fará anotações detalhadas sobre: A natureza da atividade: Descrição do que foi feito, quais recursos foram utilizados e como os estudantes foram engajados.

- Comportamento dos estudantes: Como os estudantes reagiram à atividade? Eles mostraram entusiasmo, engajamento, confusão, ou desafio?
- Se houver interação e colaboração: Descrever observações sobre como os estudantes trabalharam juntos, compartilharam ideias, desafiaram uns aos outros, e construíram conhecimento de forma coletiva.
- Manifestações de pensamento crítico e criativo: Exemplos específicos de quando e como os estudantes demonstraram pensamento crítico (análise, avaliação, síntese de informações) e criatividade (geração de ideias novas e originais, abordagens inovadoras para resolver problemas).

4. Observações Pessoais e Coletivas:

- Impressões sobre a dinâmica da sala de aula e a rotina dos estudantes.
- Aspectos notáveis do comportamento individual e coletivo dos estudantes.
- Como os estudantes abordam e resolvem problemas matemáticos? Eles demonstram criatividade ou pensamento crítico nas suas abordagens?

6. Investigação da Pesquisa:

- Questões emergentes ou hipóteses que surgem a partir das observações.

7. Considerações sobre Observação Participante:

- Reflexões sobre o papel do pesquisador nos encontros: Como a presença do pesquisador influencia as interações e atividades?
- Insights obtidos através da observação participante que podem enriquecer a compreensão dos processos de aprendizagem dos estudantes.

8. Conclusões do Encontro:

- Síntese das principais descobertas e reflexões de cada encontro.

- Considerações sobre como essas descobertas se relacionam com os objetivos da pesquisa e o que elas implicam para os próximos passos.

APÊNDICE C – ROTEIRO DA RODA DE CONVERSA COM OS ESTUDANTES

Objetivo principal: coletar dados qualitativos sobre as potencialidades e limitações da estratégia MENT3C (aplicação + atividades cooperativas) no desenvolvimento de pensamento crítico, pensamento criativo e cooperação em matemática.

Duração estimada: 60 – 75 minutos

Participantes: estudantes da oficina de 17/05

Pesquisador: Danilo Gonçalves da Fonseca

Material: roteiro impresso, gravador de áudio, quadro/pincel.

BLOCO 1 — REINTRODUÇÃO E CONTEXTUALIZAÇÃO (5 – 10 min)

Pesquisador: "Olá novamente a todos. Agradeço mais uma vez a disponibilidade de vocês. Como mencionei antes, esta conversa é uma parte muito importante da minha pesquisa de mestrado. Só para lembrar, o objetivo principal da pesquisa é investigar como uma ferramenta digital como a MENT3C, usada com atividades em grupo como as que fizemos, pode ajudar (ou não) a desenvolver o que chamamos de pensamento crítico e pensamento criativo em matemática, e também como ela influencia o trabalho cooperativo entre vocês."

Pesquisador: "Hoje, gostaria de aprofundar um pouco mais a conversa sobre esses três pontos principais: a cooperação entre vocês, o pensamento crítico (que envolve analisar, questionar, justificar) e o pensamento criativo (que envolve ter ideias diferentes, originais). E claro, como a ferramenta MENT3C se encaixou nisso tudo."

Pesquisador: "Lembrando que não há respostas certas ou erradas. O que mais me interessa é a percepção e a experiência de vocês. A conversa será gravada apenas para análise posterior e tudo será anônimo. Sintam-se à vontade para expressar suas opiniões honestas."

Pesquisador: "Alguma dúvida antes de começarmos?"

BLOCO 2 — EXPLORANDO A COOPERAÇÃO (15 – 20 min)

Pesquisador: "Vamos começar falando sobre o trabalho em grupo. O projeto busca entender como a MENT3C pode apoiar a cooperação. Como vocês perceberam a dinâmica de trabalho em grupo usando a plataforma? Ela facilitou a troca de ideias e a construção conjunta das respostas? Ou dificultou de alguma forma?"

Pesquisador: "Pensando na definição de criatividade compartilhada, que é quando as ideias surgem e melhoram a partir da troca no grupo, vocês acham que isso aconteceu durante as atividades na MENT3C? Podem dar exemplos de momentos em que a ideia de um colega ajudou a melhorar a sua, ou vice-versa, usando a plataforma?"

Pesquisador: "Como foi o processo de chegar a um acordo ou validar uma resposta dentro do grupo usando as ferramentas da MENT3C (propor, alterar, validar, discordar)? Foi um processo mais democrático, alguém dominava mais, houve muitos conflitos ou foi tranquilo?"

Pesquisador: "Vocês acham que a comunicação pelo chat da MENT3C foi suficiente para a colaboração? Por que vocês acham que preferiram conversar também presencialmente? A ferramenta poderia ter algo diferente para melhorar a comunicação online do grupo?"

Pesquisador: "Comparado a outros trabalhos em grupo que vocês fazem em matemática sem usar uma ferramenta digital, o que foi diferente ao usar a MENT3C em termos de cooperação e participação de todos?"

BLOCO 3 — INVESTIGANDO O PENSAMENTO CRÍTICO (15 – 20 min)

Pesquisador: "Agora vamos pensar sobre o pensamento crítico. No projeto, definimos isso como a capacidade de analisar informações, avaliar se uma ideia faz sentido, justificar o próprio raciocínio e questionar o dos outros de forma construtiva. Vocês sentiram que a MENT3C e as atividades incentivaram esse tipo de pensamento?"

Pesquisador: "A função de discordar de uma proposta na MENT3C, por exemplo. Vocês usaram? Como foi essa experiência? Ajudou a pensar mais sobre a validade das respostas antes de aceitá-las?"

Pesquisador: "E o processo de ter que validar a resposta final do grupo? Isso fez vocês pararem para analisar se a resposta estava realmente correta e bem justificada? Ou foi algo mais automático?"

Pesquisador: "Houve momentos em que vocês tiveram que analisar os dados de um problema de forma mais cuidadosa ou avaliar diferentes caminhos propostos pelos colegas antes de decidir qual seguir? A plataforma ajudou a visualizar ou organizar essas diferentes ideias/caminhos?"

Pesquisador: "Vocês acham que, ao usar a MENT3C, vocês se preocuparam mais em justificar as respostas ou ideias para os colegas do grupo do que fariam normalmente?"

Pesquisador: "A experiência com a MENT3C mudou a percepção de vocês sobre avaliar criticamente as produções de matemática (suas e de seus colegas)?"

BLOCO 4 — EXPLORANDO O PENSAMENTO CRIATIVO (15 – 20 min)

Pesquisador: "Falando agora sobre pensamento criativo, que no projeto definimos como ter várias ideias (fluência), ideias diferentes (flexibilidade) e ideias originais ou adequadas ao problema. Vocês acham que a oficina e a MENT3C deram espaço para a criatividade em matemática?"

Pesquisador: "Na atividade de elaborar problemas (Atividade 5 - Arraiá), como foi o processo de criar as perguntas e respostas em grupo usando a MENT3C? A ferramenta ajudou a organizar as ideias ou a pensar em perguntas diferentes?"

Pesquisador: "E nas atividades de resolver problemas (Atividades 2 e 3)? Vocês sentiram que podiam propor caminhos diferentes para a solução? A plataforma permitiu que essas diferentes ideias fossem discutidas pelo grupo?"

Pesquisador: "Alguém se sentiu mais à vontade para sugerir uma ideia “fora da caixa” ou uma estratégia diferente do que o professor geralmente ensina, por estar usando a ferramenta em grupo?"

Pesquisador: "A experiência com a MENT3C mudou a percepção de vocês sobre se a matemática pode ser um campo para a criatividade? Como?"

BLOCO 5 — AVALIAÇÃO DA ESTRATÉGIA E FECHAMENTO (10 – 15 min)

Pesquisador: "Pensando nos objetivos da pesquisa – desenvolver pensamento crítico, criativo e cooperação com ajuda da MENT3C – vocês acham que essa estratégia (ferramenta + atividades em grupo) tem potencial? Quais foram os pontos mais fortes na opinião de vocês?"

Pesquisador: "E quais foram as principais limitações ou dificuldades que vocês perceberam nessa estratégia? O que poderia ser melhorado na MENT3C ou na forma como as atividades foram propostas para realmente ajudar mais no desenvolvimento dessas habilidades?"

Pesquisador: "Vocês recomendariam o uso da MENT3C para outros colegas ou professores como uma forma de aprender matemática? Por quê?"

Pesquisador: "Para finalizar, alguém gostaria de comentar algo mais sobre a experiência, sobre a pesquisa, ou sobre os temas que discutimos (pensamento crítico, criativo, cooperação em matemática)?"

Pesquisador: "Mais uma vez, muito obrigado pela participação ativa e pelas contribuições valiosas de vocês. Isso ajuda muito na minha pesquisa e em como podemos pensar o ensino de matemática daqui para frente. Obrigado!"

APÊNDICE D - ROTEIRO PARA ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA COM O PROFESSOR DE MATEMÁTICA DO 3º ANO DO EMI DO IFB CAMPUS TAGUATINGA

Introdução

Prezado Professor,

Agradeço sua disponibilidade para participar desta entrevista. O objetivo é coletar sua percepção como observador da aplicação do produto educacional MENT3C, que foi implementado por mim com sua turma. Suas observações contribuirão significativamente para a análise da eficácia da ferramenta no desenvolvimento do pensamento crítico, criativo e colaborativo dos estudantes no contexto do ensino de matemática.

A entrevista está organizada em blocos temáticos, com perguntas abertas que permitem que você compartilhe livremente suas impressões e observações.

Bloco 1: Contextualização e Experiência Prévia

Poderia falar um pouco sobre sua trajetória como professor de matemática e sua experiência com o uso de tecnologias digitais no ensino?

O que você entende por pensamento crítico e criativo em matemática?

Antes de observar a aplicação do MENT3C, quais estratégias você costumava utilizar ou observar para estimular o pensamento crítico e criativo dos estudantes nas aulas de matemática? (ou não atuava junto a este tipo de pensamento?)

Como você caracterizaria o nível de engajamento e colaboração dos seus estudantes nas aulas de matemática antes da intervenção com o MENT3C?

Bloco 2: Observações sobre a Implementação do MENT3C

Como observador da aplicação do MENT3C, quais foram suas primeiras impressões sobre a ferramenta e sua implementação em sala de aula?

Na sua percepção, como os estudantes reagiram à introdução do MENT3C? Houve diferenças (notáveis) entre grupos ou perfis de estudantes?

Durante as atividades com o MENT3C, você observou mudanças na dinâmica da sala de aula em comparação com as aulas tradicionais? Se sim, poderia

descrever essas mudanças?

Como observador, qual sua avaliação sobre a usabilidade e a interface do MENT3C? Há aspectos que você acredita que poderiam ser aprimorados?

Bloco 3: Observações sobre o Desenvolvimento do Pensamento Crítico e Criativo em matemática

Durante a aplicação do MENT3C, você identificou evidências de desenvolvimento do pensamento crítico e criativo em matemática nos estudantes? Poderia compartilhar exemplos concretos que observou?

Bloco 4 Observações sobre o Desenvolvimento da Colaboração

Como você caracterizaria as interações entre os estudantes durante as atividades com o MENT3C? Houve evidências de colaboração efetiva que você tenha observado?

Na sua opinião como observador, quais recursos ou atividades do MENT3C pareceram mais eficazes para promover a colaboração entre os estudantes?

Bloco 5: Avaliação Geral e Sugestões

Como observador, quais são, na sua opinião, os principais pontos fortes do MENT3C como ferramenta pedagógica para o ensino de matemática no contexto da educação profissional e tecnológica?

Com base no que observou, você consideraria adotar o MENT3C em suas próprias práticas de ensino no futuro? Por quê?

Bloco 8: Reflexões Finais

Há algum aspecto sobre o MENT3C ou sobre suas observações da aplicação da ferramenta que não abordamos e que você gostaria de compartilhar?

Encerramento

Agradeço imensamente sua participação e suas valiosas contribuições para esta pesquisa. Suas percepções como observador são fundamentais para a avaliação e o aprimoramento do MENT3C como produto educacional.

APÊNDICE E - GUIA DA OFICINA DO PENSAMENTO CRÍTICO E CRIATIVO EM MATEMÁTICA

Antes de começar vamos responder um Questionário. [Clicando aqui](#). (Apêndice C).

Nós consideramos que todas as pessoas podem desenvolver o pensamento criativo em matemática. TODAS!!! Inclusive você! Mas, antes de avançarmos com atividades que exploram o pensamento crítico e criativo em matemática, que tal pensar um pouco sobre as suas habilidades de pensamento criativo?

Preparamos uma lista com 10 características de potenciais pensadores Criativos em matemática (Carlton, 1959).

Leia essas características e [Clique aqui](#) para selecionar as que você mais se identifica. (Anexo A)

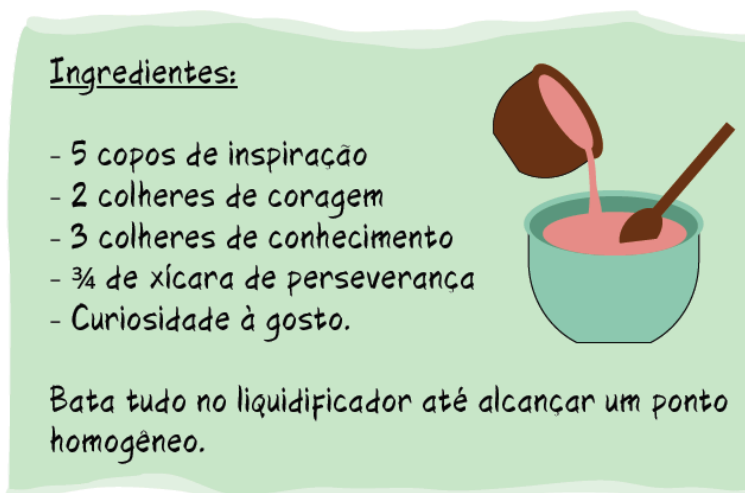
E o que achou? Ler estas características é algo bom para refletirmos sobre nossas ações e formas de interação em diferentes situações.

Mas, agora, vamos refletir um pouco sobre isso, vamos a uma tarefa simples:

E se tivéssemos que escrever uma receita para alguém ser criativo –semelhante ao que fazemos na culinária para assegurar que os ingredientes e a sua forma de manipulação resultem no produto que desejamos obter. Aquela receita que colocaria no caderninho da cozinha para passar de geração em geração.

O que escreveria?


Um exemplo para ilustrar:



Ingredientes:

- 5 copos de inspiração
- 2 colheres de coragem
- 3 colheres de conhecimento
- $\frac{3}{4}$ de xícara de perseverança
- Curiosidade à gosto.

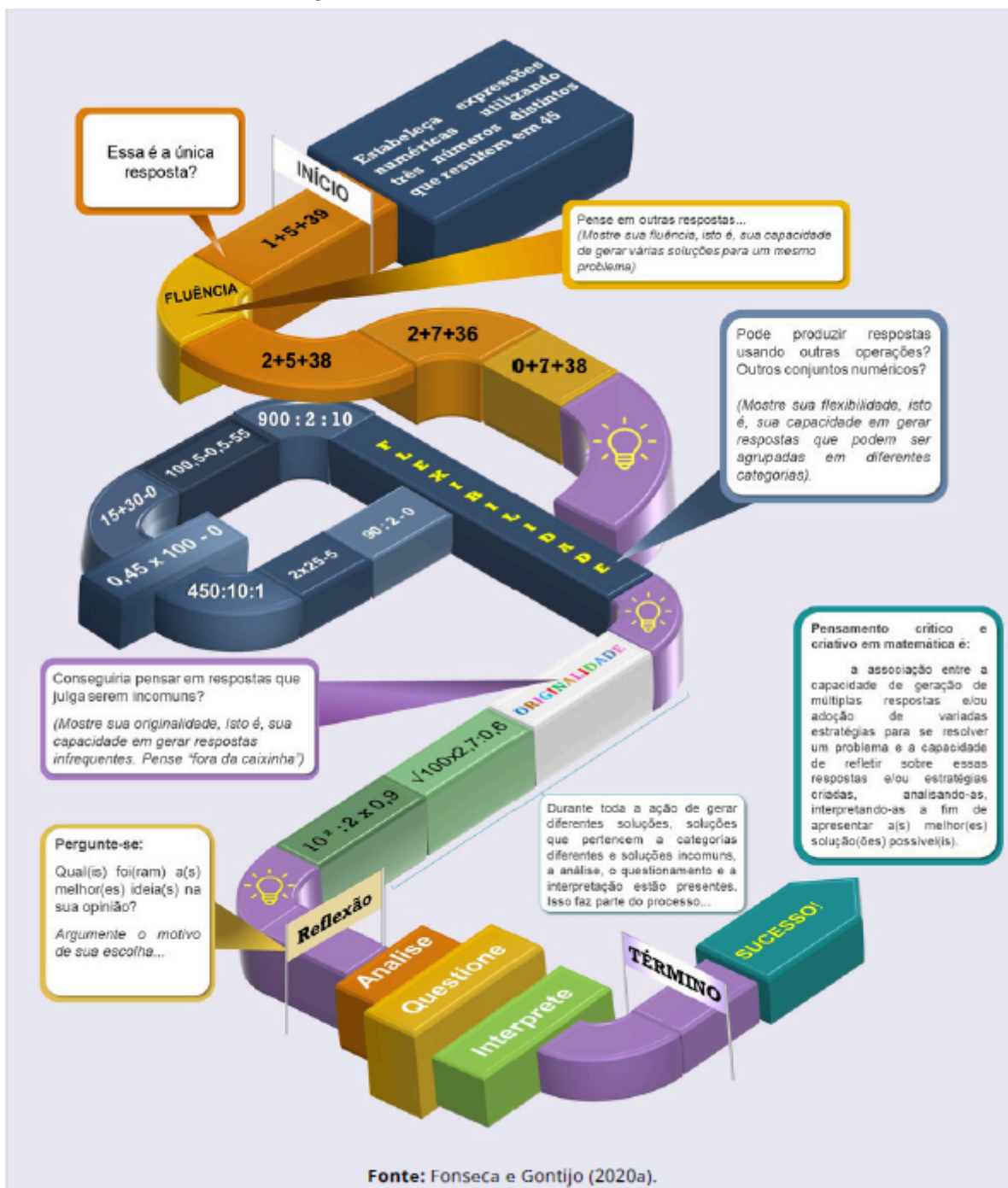
Bata tudo no liquidificador até alcançar um ponto homogêneo.



[Clique aqui](#) para inserir sua Receita. (Anexo B)

Aqui, conseguirá visualizar as respostas de outros leitores. Olhar as respostas pode ser interessante para conhecermos outras possibilidades de resposta, outras receitas. [clique aqui](#).

Colocando em Ação o Pensamento Crítico e Criativo em matemática.



Antes de comentarmos sobre o infográfico, compare as duas folhas – a primeira, onde registrou as respostas antes de ler o infográfico, e a segunda, com as respostas produzidas durante/após a leitura do infográfico.

Como foi? O infográfico te estimulou a gerar mais ideias para responder?

Pense sobre esta experiência, sobre como se sentiu ao se esforçar para gerar muitas respostas para essa atividade. Pense também a respeito das estratégias que você adotou para alcançar respostas diferentes.

Visualize e reflita sobre todas as suas respostas e indique aquela que você considerou ser a mais original. Compartilhe conosco [Clicando aqui](#). (Anexo C)

[Clicando aqui](#), conseguirá visualizar as respostas de outros leitores. Olhar as respostas pode ser interessante para conhecermos outras possibilidades de resposta, outras receitas.

Resolução de problemas:

Trata-se daquela atividade cuja forma de resolução não está imediatamente conhecida, o que, portanto, demanda de nós uma elaboração de estratégia, a elaboração de hipóteses, a testagem e a verificação. Para nos tornarmos bons solucionadores de problema, é necessário que sejamos expostos a uma grande variedade deles.

Os problemas podem ser fechados ou abertos. Os fechados possuem apenas uma resposta que pode ser alcançada por um número limitado de estratégias. Os problemas abertos se caracterizam por admitir várias respostas diferentes ou por permitir chegar a uma mesma resposta por uma variedade de caminhos, o que estimula um trabalho mais amplo na criação de ideias. Afinal, o problema não acaba quando a solução é encontrada, mas quando se esgotam as ideias por parte do solucionador para encontrá-las

Exercite.

Marcos possui uma renda de R\$ 3.200,00. E deseja adquirir um smartphone que custa R\$ 2.200,00. Como sugere que realize esta compra? (pense sobre isso, avaliando o máximo de variáveis que puder, como as despesas que as pessoas costumam ter, as possibilidades de crédito, de parcelamento etc.)

[Clique aqui](#) para escrever o exemplo que você Gerou.(Anexo D)

Elaboração de problemas:

A elaboração consiste em uma atividade mais complexa e demanda que a leitura e a interpretação de uma dada situação (imagem, tabela, gráfico, conjunto de dados, informações em textos etc.) para, então, formular perguntas matemáticas. A atividade de elaboração de problemas nos coloca no papel de um matemático, que interpreta a situação e modela diferentes questionamentos.

Esta prática permite o desenvolvimento de um olhar diferenciado em relação à matemática, compreendendo que ela serve para muitas coisas além da resolução de atividades do currículo escolar, pois, enquanto atividade humana, empodera as pessoas para a interpretação de diferentes situações favorecendo as tomadas de decisões.

E, nesta elaboração, cada um utiliza sua criatividade a partir de diversas interpretações e variáveis. Ao mesmo tempo, resolve os problemas para verificar sua pertinência e necessidade de aprimoramento.

Um condomínio é composto por 3 torres. Cada torre possui 15 andares, cada um com 4 apartamentos. Elabore problemas a partir deste contexto (pense sobre isso, considerando tanto as informações diretamente mencionadas como também as que podem surgir como consequência, por exemplo, o número de vagas necessárias de estacionamento).

[Clique aqui](#) para escrever o exemplo que você gerou. (Anexo E)

Agora vamos acessar a aplicação Web criada por mim com o intuito Investigar as potencialidades e limitações de atividades cooperativas de elaboração e resolução de problemas por meio da criação e uso de uma aplicação Web para o desenvolvimento do pensamento crítico e criativo em matemática de estudantes do Ensino Médio Integrado em Eletromecânica do IFB Campus Taguatinga.

Acesse www.ment3c.com.br e faça cadastro e realize login e senha no sistema.

**APÊNDICE F - QUESTIONÁRIO LIKERT DE AVALIAÇÃO DO
DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO CRÍTICO E CRIATIVO EM
MATEMÁTICA**

1. Em relação à expressão de ideias e opiniões ao resolver problemas matemáticos, sinto-me confiante.
1 () - Discordo totalmente; 2 () - Discordo parcialmente;
3 () - Concordo parcialmente; 4 () - Concordo totalmente.

2. Estou motivado para abordar e resolver problemas matemáticos é evidente.
1 () - Discordo totalmente; 2 () - Discordo parcialmente;
3 () - Concordo parcialmente; 4 () - Concordo totalmente.

3. Consigo encontrar soluções inovadoras para problemas matemáticos.
1 () - Discordo totalmente; 2 () - Discordo parcialmente;
3 () - Concordo parcialmente; 4 () - Concordo totalmente.

4. Reconheço a importância do pensamento crítico e criativo na resolução de problemas matemáticos.
1 () - Discordo totalmente; 2 () - Discordo parcialmente;
3 () - Concordo parcialmente; 4 () - Concordo totalmente.

5. Tenho capacidade de identificar informações relevantes nos problemas matemáticos de forma resolvê-los.
1 () - Discordo totalmente; 2 () - Discordo parcialmente;
3 () - Concordo parcialmente; 4 () - Concordo totalmente.

6. Ao lidar com situações-problema, percebo minha capacidade de analisar criticamente diferentes abordagens antes de escolher uma solução.
1 () - Discordo totalmente; 2 () - Discordo parcialmente;
3 () - Concordo parcialmente; 4 () - Concordo totalmente.

7. Consigo identificar e formular problemas matemáticos.
- 1 () - Discordo totalmente; 2 () - Discordo parcialmente;
3 () - Concordo parcialmente; 4 () - Concordo totalmente.
8. Eu me sinto capaz de aplicar pensamento crítico e criativo para elaborar e resolver problemas de matemática.
- 1 () - Discordo totalmente; 2 () - Discordo parcialmente;
3 () - Concordo parcialmente; 4 () - Concordo totalmente.
9. Sou capaz de colaborar efetivamente com meus colegas na resolução de problemas matemáticos.
- 1 () - Discordo totalmente; 2 () - Discordo parcialmente;
3 () - Concordo parcialmente; 4 () - Concordo totalmente.
10. A colaboração entre colegas na resolução de problemas matemáticos é importante.
- 1 () - Discordo totalmente; 2 () - Discordo parcialmente;
3 () - Concordo parcialmente; 4 () - Concordo totalmente.
11. Avalio como positivo o diálogo e a colaboração entre os estudantes para o desenvolvimento do pensamento crítico e criativo em matemática.
- 1 () - Discordo totalmente; 2 () - Discordo parcialmente;
3 () - Concordo parcialmente; 4 () - Concordo totalmente.
12. O feedback recebido dos colegas é relevante para a melhoria das minhas soluções para problemas matemáticos.
- 1 () - Discordo totalmente; 2 () - Discordo parcialmente;
3 () - Concordo parcialmente; 4 () - Concordo totalmente.
13. O feedback recebido pelo professor é relevante para a melhoria das minhas soluções para problemas matemáticos.
- 1 () - Discordo totalmente; 2 () - Discordo parcialmente;

- 3 () - Concordo parcialmente; 4 () - Concordo totalmente.
14. Consigo comunicar minhas ideias matemáticas de forma clara e convincente.
- 1 () - Discordo totalmente; 2 () - Discordo parcialmente;
3 () - Concordo parcialmente; 4 () - Concordo totalmente.
15. Numa atividade colaborativa, ouvir o outro de forma respeitosa é produtivo.
- 1 () - Discordo totalmente; 2 () - Discordo parcialmente;
3 () - Concordo parcialmente; 4 () - Concordo totalmente.
16. Em relação ao envolvimento nas atividades cooperativas, avalio minha capacidade de contribuir com ideias significativas para a resolução de problemas matemáticos.
- 1 () - Discordo totalmente; 2 () - Discordo parcialmente;
3 () - Concordo parcialmente; 4 () - Concordo totalmente.
17. Percebo o papel da tecnologia em estimular a criatividade e criticidade na resolução de problemas matemáticos.
- 1 () - Discordo totalmente; 2 () - Discordo parcialmente;
3 () - Concordo parcialmente; 4 () - Concordo totalmente.
18. O uso de tecnologia influencia minha abordagem à resolução de problemas matemáticos.
- 1 () - Discordo totalmente; 2 () - Discordo parcialmente;
3 () - Concordo parcialmente; 4 () - Concordo totalmente.
19. Considero que as ferramentas digitais contribuem para a exploração de estratégias mais criativas na resolução de problemas matemáticos.
- 1 () - Discordo totalmente; 2 () - Discordo parcialmente;
3 () - Concordo parcialmente; 4 () - Concordo totalmente.

20. O uso de tecnologia e do pensamento crítico e criativo durante atividades cooperativas em matemática é importante.

1 () - Discordo totalmente; 2 () - Discordo parcialmente;

3 () - Concordo parcialmente; 4 () - Concordo totalmente.

21. Percebo que as ferramentas digitais impactam minha capacidade de encontrar soluções inovadoras para problemas matemáticos.

1 () - Discordo totalmente; 2 () - Discordo parcialmente;

3 () - Concordo parcialmente; 4 () - Concordo totalmente.

APÊNDICE G - QUESTIONÁRIO PARA AVALIAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

Solicito sua atenção para responder algumas questões para conclusão de minha pesquisa de mestrado sobre a "MENT3C: UMA ESTRATÉGIA DIGITAL PARA DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO CRÍTICO E CRIATIVO EM MATEMÁTICA COM O USO DE ATIVIDADES COOPERATIVAS DE ELABORAÇÃO E RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS.". Sua contribuição será no sentido de fazer uma apreciação crítica a respeito da aplicação Web MENT3C. O sistema foi construído por mim em razão da necessidade de apresentar um produto educacional para conclusão do curso. O propósito é avaliar a contribuição do produto como instrumento com potencialidades de desenvolver o pensamento crítico e criativo em matemática.

Atenciosamente,

Danilo Gonçalves da Fonseca (mestrando) Mestrado em Educação Profissional e Tecnológica

1. Em que medida a experiência com a MENT3C atendeu às suas expectativas de aprender matemática de forma colaborativa e estimular o pensamento crítico-criativo?

() 1: Não atendeu () 2: Atendeu pouco () 3: Atendeu () 4: Atendeu totalmente

2. Você acha que as atividades desenvolvidas no sistema contribuíram com seu processo de aprendizagem em matemática?

() 1: Não contribuíram () 2: contribuíram pouco () 3: contribuíram () 4: contribuíram muito

3. O uso da aplicação contribuiu para aumentar sua confiança em expressar ideias e opiniões ao resolver problemas matemáticos?

1: Não contribuiu 2: Contribuiu pouco 3: Contribuiu 4: Contribuiu muito

4. A MENT3C, de alguma forma, impactou sua capacidade de encontrar soluções inovadoras para problemas matemáticos?

1: Sem impacto 2: Impacto baixo 3: Impacto moderado 4: Impacto alto

5. A MENT3C facilitou a colaboração com colegas na resolução de problemas?

1: Não facilitou 2: Facilitou pouco 3: Facilitou 4: Facilitou muito

6. A aplicação estimulou seu pensamento **crítico** (analisar informações, avaliar argumentos, justificar ideias, discordar quando necessário)?

1: Não estimulou 2: Estimulou pouco 3: Estimulou 4: Estimulou muito

7. O sistema estimulou seu pensamento **criativo** (gerar ideias diferentes, propor soluções originais, pensar “fora da caixa”)?

1: Não estimulou 2: Estimulou pouco 3: Estimulou 4: Estimulou muito

8. O uso da tecnologia via MENT3C contribuiu para uma abordagem mais inovadora na resolução de problemas matemáticos?

1: Não contribuiu 2: Contribuiu pouco 3: Contribuiu 4: Contribuiu muito

9. Você encontrou alguma dificuldade técnica (bugs, lentidão) ou de compreensão ao usar a MENT3C? Se sim, por favor, descreva.

10. Qual funcionalidade da MENT3C você achou mais útil para trabalhar em grupo?
Por quê?

11. Qual funcionalidade da MENT3C você achou mais confusa ou menos útil? Por quê?

APÊNDICE H - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TCLE

Você está sendo convidado (a) a participar da pesquisa “MENT3C: UMA ESTRATÉGIA DIGITAL PARA DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO CRÍTICO E CRIATIVO EM MATEMÁTICA COM O USO DE ATIVIDADES COOPERATIVAS DE ELABORAÇÃO E RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS” de responsabilidade de Danilo Gonçalves da Fonseca, estudante de mestrado, do Instituto Federal de Brasília. O objetivo desta pesquisa é investigar as potencialidades e limitações de atividades cooperativas de elaboração e resolução de problemas por meio da criação e uso de uma aplicação Web para o desenvolvimento do pensamento crítico e criativo em matemática de estudantes do Ensino Médio Integrado em Eletromecânica do IFB Campus Taguatinga.

Seu nome e seu (**pessoa menor de 18 anos**) e dados pessoais não serão divulgados, sendo mantido o mais rigoroso sigilo mediante a omissão total de informações que permitam identificá-lo/a. Os dados provenientes da participação na pesquisa ficarão sob a guarda do pesquisador responsável pela pesquisa.

A coleta de dados será conduzida através de um diário de bordo para documentar observações em 3 aulas de matemática, aplicação de 2 questionários para avaliar o desenvolvimento do pensamento crítico e criativo dos alunos, registros de conversas e produções matemáticas pelo sistema MENT3C, e uma roda de conversa para captar as percepções dos estudantes sobre a experiência na pesquisa. O primeiro questionário será aplicado antes da Oficina de Apresentação de Conteúdos e da utilização da MENT3C. Esta oficina, programada para uma aula dupla, tem como finalidade apresentar conceitos relevantes e fomentar atividades cooperativas de elaboração e resolução de problemas matemáticos abertos. Em seguida 4 aulas no laboratório de informática do IFB Campus Taguatinga, dedicadas à apresentação e ao uso da MENT3C, incluindo o cadastro dos estudantes no sistema e a realização de atividades em grupo cooperativas de elaboração e resolução de problemas matemáticos. A fase de coleta de dados culminará com uma roda de conversa, da qual será gravado apenas o áudio para análise posterior. O tempo de resposta a esta etapa da pesquisa é de aproximadamente 7 encontros com dez aulas de 50 minutos.

Espera-se com esta pesquisa que a aplicação MENT3C, como recurso educacional digital, promova uma aprendizagem mais engajada e colaborativa,

estimulando a criatividade, a criticidade e a capacidade de elaboração e resolução de problemas matemáticos entre os estudantes. Este projeto também busca entender como o uso da tecnologia pode melhorar o ensino de matemática, fornecendo feedback valioso e fomentando uma cultura de aprendizagem cooperativa e interativa.

A participação é voluntária e livre de qualquer remuneração ou benefício. Você é livre para recusar sua participação. A recusa em participar não irá acarretar qualquer penalidade ou perda de benefícios. De igual forma, a participação na pesquisa não implica em gastos a você. No entanto, caso você tenha alguma despesa decorrente da sua participação, tais como transporte, alimentação, entre outros, você será ressarcido do valor gasto. Se ocorrer algum dano decorrente da sua participação na pesquisa, você será indenizado, conforme determina a lei.

Os riscos ao participar dessa pesquisa são:

- Desconforto emocional: Enfrentar desafios ou frustrações ao usar a tecnologia nova ou ao tentar resolver problemas matemáticos complexos.
- Privacidade e confidencialidade: Preocupações com o manuseio e armazenamento seguro de suas informações pessoais e dados gerados durante o uso da aplicação.
- Pressão e estresse: A pressão para desempenhar ou participar ativamente nas atividades propostas pode levar a estresse adicional.
- Exclusão digital: Alunos com acesso limitado à tecnologia ou habilidades digitais insuficientes podem sentir-se excluídos ou em desvantagem.

Para amenizar os riscos o pesquisador se compromete a:

- Assegurar a privacidade e confidencialidade dos dados dos estudantes, utilizando protocolos seguros de armazenamento e tratamento de informações.
- Oferecer suporte emocional e técnico aos estudantes, disponibilizando recursos para esclarecimento de dúvidas e solução de problemas.
- Promover um ambiente inclusivo, garantindo que todos os estudantes tenham acesso igualitário à tecnologia e materiais de aprendizagem.
- Monitorar e ajustar a carga de trabalho e dificuldade das atividades para evitar o estresse excessivo dos participantes.
- Obter consentimento informado dos estudantes e/ou de seus responsáveis, esclarecendo os objetivos, procedimentos, benefícios e riscos da pesquisa.

Como benefícios ao se participar dessa pesquisa é destacado:

- Desenvolvimento do Pensamento Crítico e Criativo: Melhoria nas habilidades de pensamento crítico e criativo aplicadas à matemática.

- Aprimoramento da Colaboração: Aumento da capacidade de trabalho em equipe através de atividades cooperativas.
- Familiarização com Tecnologia Educacional: Experiência prática com a aplicação web MENT3C, promovendo o uso eficaz da tecnologia no aprendizado.
- Feedback Construtivo: Recebimento de feedback construtivo para melhorar o processo de aprendizagem.
- Contribuição para a Pesquisa Educacional: Oportunidade de contribuir para a melhoria das práticas de ensino e aprendizagem em matemática.
- Habilidades Futuras: Preparação com habilidades relevantes para o sucesso acadêmico e profissional futuro.

Uma cópia deste termo de consentimento livre e esclarecido será enviada ao seu e-mail. Se você tiver qualquer dúvida em relação à pesquisa, você pode me contatar através do telefone (61) 9 8355 1401 e pelo e-mail: danilo.fonseca@ifb.edu.br

Caso você tenha dúvidas ou deseje mais informações sobre seus direitos como participante de pesquisa, ou queira apresentar qualquer questionamento ético relacionado à pesquisa, você pode entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa do IESB, por meio dos seguintes canais:

Endereço: CAMPUS NORTE SGAN Quadra 609 módulo D – Av. L2 Norte, Asa Norte, Brasília – DF, CEP: 70.830-404, Telefone: (61) 3962-4682, E-mail: cep@iesb.br.

A equipe de pesquisa garante que os resultados do estudo serão devolvidos aos participantes por meio da dissertação do mestrado, podendo ser publicado posteriormente na comunidade científica.

Ao clicar na caixa abaixo você concorda com os termos definidos e expostos aqui.

Eu (**nome do responsável**), declaro ter mais de 18 anos de idade e concordo em consentir a participação do(a) (**nome do menor de idade**) nesta pesquisa.

APÊNDICE I - TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE)

Você está sendo convidado (a) a participar da pesquisa **“MENT3C: UMA ESTRATÉGIA DIGITAL PARA DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO CRÍTICO E CRIATIVO EM MATEMÁTICA COM O USO DE ATIVIDADES COOPERATIVAS DE ELABORAÇÃO E RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS”** de responsabilidade de Danilo Gonçalves da Fonseca, estudante de mestrado, do Instituto Federal de Brasília. O objetivo desta pesquisa é investigar as potencialidades e limitações de atividades cooperativas de elaboração e resolução de problemas por meio da criação e uso de uma aplicação Web para o desenvolvimento do pensamento crítico e criativo em matemática de estudantes do Ensino Médio Integrado em Eletromecânica do IFB Campus Taguatinga.

Seu nome e dados pessoais não serão divulgados, sendo mantido o mais rigoroso sigilo mediante a omissão total de informações que permitam identificá-lo/a. Os dados provenientes da participação na pesquisa ficarão sob a guarda do pesquisador responsável pela pesquisa.

A coleta de dados será conduzida através de um diário de bordo para documentar observações em 3 aulas de matemática, aplicação de 2 questionários para avaliar o desenvolvimento do pensamento crítico e criativo dos alunos, registros de conversas e produções matemáticas pelo sistema MENT3C, e uma roda de conversa para captar as percepções dos estudantes sobre a experiência na pesquisa. O primeiro questionário será aplicado antes da Oficina de Apresentação de Conteúdos e da utilização da MENT3C. Esta oficina, programada para uma aula dupla, tem como finalidade apresentar conceitos relevantes e fomentar atividades cooperativas de elaboração e resolução de problemas matemáticos abertos. Em seguida 4 aulas no laboratório de informática do IFB Campus Taguatinga, dedicadas à apresentação e ao uso da MENT3C, incluindo o cadastro dos estudantes no sistema e a realização de atividades em grupo cooperativas de elaboração e resolução de problemas matemáticos. A fase de coleta de dados culminará com uma roda de conversa, da qual será gravado apenas o áudio para análise posterior. O tempo de resposta a esta etapa da pesquisa é de aproximadamente 7 encontros com dez aulas de 50 minutos.

Espera-se com esta pesquisa que a aplicação MENT3C, como recurso educacional digital, promova uma aprendizagem mais engajada e colaborativa, estimulando a criatividade, a criticidade e a capacidade de elaboração e resolução de problemas matemáticos entre os estudantes. Este projeto também busca entender como o uso da tecnologia pode melhorar o ensino de matemática, fornecendo feedback valioso e fomentando uma cultura de aprendizagem cooperativa e interativa.

A participação é voluntária e livre de qualquer remuneração ou benefício. Você é livre para recusar sua participação. A recusa em participar não irá acarretar qualquer penalidade ou perda de benefícios. De igual forma, a participação na pesquisa não implica em gastos a você. No entanto, caso você tenha alguma despesa decorrente da sua participação, tais como transporte, alimentação, entre outros, você será ressarcido do valor gasto. Se ocorrer algum dano decorrente da sua participação na pesquisa, você será indenizado, conforme determina a lei.

Os riscos ao participar dessa pesquisa são:

- Desconforto emocional: Enfrentar desafios ou frustrações ao usar a tecnologia nova ou ao tentar resolver problemas matemáticos complexos.
- Privacidade e confidencialidade: Preocupações com o manuseio e armazenamento seguro de suas informações pessoais e dados gerados durante o uso da aplicação.
- Pressão e estresse: A pressão para desempenhar ou participar ativamente nas atividades propostas pode levar a estresse adicional.
- Exclusão digital: Alunos com acesso limitado à tecnologia ou habilidades digitais insuficientes podem sentir-se excluídos ou em desvantagem.

Para amenizar os riscos o pesquisador se compromete a:

- Assegurar a privacidade e confidencialidade dos dados dos estudantes, utilizando protocolos seguros de armazenamento e tratamento de informações.
- Oferecer suporte emocional e técnico aos estudantes, disponibilizando recursos para esclarecimento de dúvidas e solução de problemas.

- Promover um ambiente inclusivo, garantindo que todos os estudantes tenham acesso igualitário à tecnologia e materiais de aprendizagem.
- Monitorar e ajustar a carga de trabalho e dificuldade das atividades para evitar o estresse excessivo dos participantes.
- Obter consentimento informado dos estudantes e/ou de seus responsáveis, esclarecendo os objetivos, procedimentos, benefícios e riscos da pesquisa.

Como benefícios ao se participar dessa pesquisa é destacado:

- Desenvolvimento do Pensamento Crítico e Criativo: Melhoria nas habilidades de pensamento crítico e criativo aplicadas à matemática.
- Aprimoramento da Colaboração: Aumento da capacidade de trabalho em equipe através de atividades cooperativas.
- Familiarização com Tecnologia Educacional: Experiência prática com a aplicação web MENT3C, promovendo o uso eficaz da tecnologia no aprendizado.
- Feedback Construtivo: Recebimento de feedback construtivo para melhorar o processo de aprendizagem.
- Contribuição para a Pesquisa Educacional: Oportunidade de contribuir para a melhoria das práticas de ensino e aprendizagem em matemática.
- Habilidades Futuras: Preparação com habilidades relevantes para o sucesso acadêmico e profissional futuro.

Uma cópia deste termo de assentimento livre e esclarecido entregues a você. E uma cópia do termo de consentimento livre e esclarecido será enviada aos seus pais ou responsáveis para que seja assinado e entregue a mim. Se você tiver qualquer dúvida em relação à pesquisa, você pode me contatar através do telefone (61) 9 8355 1401 e pelo e-mail: daniло.fonseca@ifb.edu.br

Caso você tenha dúvidas ou deseje mais informações sobre seus direitos como participante de pesquisa, ou queira apresentar qualquer questionamento ético relacionado à pesquisa, você pode entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa do IESB, por meio dos seguintes canais:

Endereço: CAMPUS NORTE SGAN Quadra 609 módulo D – Av. L2 Norte, Asa Norte, Brasília – DF, CEP: 70.830-404, Telefone: (61) 3962-4682, E-mail:

cep@iesb.br.

A equipe de pesquisa garante que os resultados do estudo serão devolvidos aos participantes por meio da dissertação do mestrado, podendo ser publicado posteriormente na comunidade científica.

CONSENTIMENTO PÓS-INFORMADO

Euaceito participar da pesquisa MENT3C: UMA ESTRATÉGIA DIGITAL PARA DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO CRÍTICO E CRIATIVO EM MATEMÁTICA COM O USO DE ATIVIDADES COOPERATIVAS DE ELABORAÇÃO E RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS. Entendi as coisas ruins e as coisas boas que podem acontecer. Entendi que posso dizer “sim” e participar, mas que, a qualquer momento, posso dizer “não” e desistir e que ninguém vai ficar com raiva/chateado comigo. Os pesquisadores esclareceram minhas dúvidas e conversaram com os meus pais/responsável legal. Recebi uma cópia deste termo de assentimento, li e quero/concordo em participar da pesquisa/estudo.

Ao clicar na caixa abaixo você concorda com os termos definidos e expostos aqui.

APÊNDICE J - ATIVIDADES DA MENT3C - ENCONTRO 3

1. Conhecendo a aplicação MENT3C

Duração programada: 09:00 minutos

Objetivo educacional da atividade:

Texto de apoio:

1. Solta o “oi”

Cada um digita oi no chat pra gente ter certeza de que todo mundo chegou.

2. Mostre que tá PRONTO

Cada pessoa clica em Criar Resultado e digita a palavra PRONTO.

Depois, conversem e excluam os resultados até sobrar só um PRONTO na tela. (Ícone de X)

3. Toque o sininho 

Quando sobre somente um PRONTO, alguém chama o professor com o botão Chamar Professor.

4. Hora de mexer no texto

Alguém clica em Alterar nesse PRONTO e troca pra VAMOS VALIDAR. (Ícone de lapis)

5. Teste do “não”

Outra pessoa clica em VALIDAR. Na caixinha que aparece, escolham NÃO.

Vai surgir a mensagem: “Atividade não validada”. Todo mundo clique nela duas vezes e crie a resposta POR QUE NÃO!

6. Agora é pra valer

Mais uma vez: VALIDAR e, dessa vez, marquem SIM.

7. Comentário em equipe

No chat, escrevam um comentário curto que represente a opinião do grupo sobre a atividade.

Logo depois, classifiquem a dificuldade de usar a ferramenta até aqui (ex.: fácil / médio / hard).

✨ Pronto! Vocês acabaram de dominar como criar, editar, validar (e até “desvalidar”) respostas no MENT3C — base pra resolver qualquer questão de matemática em grupo. Bora pra próxima! 💡

2. Q1 Produtividade Solidário**Duração Programada:** 12 minutos**Atividade do tipo Resolver****Objetivo educacional da atividade:****Teto de apoio:**

A cooperativa de costureiras do Setor H Norte depende de um conjunto de 40 motores de máquinas industriais doados pelo IFB-Taguatinga.

Vocês, futuros(as) técnicos(as) em Eletromecânica, ficaram responsáveis por acompanhar o desempenho, calcular custos sociais de falha e prever riscos antes da próxima feira solidária na BR-070.

Quem controla a propriedade privada dos meios de produção tem poder sobre o trabalho. Por isso garantir a manutenção coletiva é fortalecer quem vive do próprio trabalho.

Enunciado:

Resolva a questão de forma cooperativa. Tentem gerar somente uma resposta.

3. Q2 Ônus da manutenção **Duração Programada:** 10 minutos**Atividade do tipo Resolver****Objetivo educacional da atividade:****Teto de apoio:**

A cooperativa de costureiras do Setor H Norte depende de um conjunto de 40 motores de máquinas industriais doados pelo IFB-Taguatinga.

Vocês, futuros(as) técnicos(as) em Eletromecânica, ficaram responsáveis por acompanhar o desempenho, calcular custos sociais de falha e prever riscos antes da próxima feira solidária na BR-070.

Quem controla a propriedade privada dos meios de produção tem poder sobre o trabalho. Por isso, garantir a manutenção coletiva é fortalecer quem vive do próprio trabalho.

Enunciado: Resolva a questão de forma cooperativa. Tentem gerar somente uma resposta.

4. Arraiá Solidário do IFB

Duração Programada: 40 minutos

Atividade do tipo Elaborar

Objetivo educacional da atividade:

Teto de apoio:

No Arraiá do IFB Taguatinga, a turma de Eletromecânica ficou responsável por uma barraca de milho cozido e outra de canjica.

- Compramos 120 espigas a R\$ 0,70 cada.
- Cozinhar cada espiga gasta 0,09 kWh de energia elétrica.
- A bandeja de canjica custa R\$ 3,50 de ingredientes e rende 6 porções.

🎯 Crie perguntas envolvendo porcentagem, média ou fração sobre vendas, custos ou lucros da barraca.

Exemplos-guia (projete rapidamente)

“Se vendermos 75 % das espigas, quantas ainda sobrariam até fechar a festa?”

“Se 40 % das porções de canjica forem distribuídas gratuitamente para a comunidade, quanto deixamos de arrecadar?”

Enunciado: 🎯 Crie perguntas envolvendo porcentagem, média ou fração sobre vendas, custos ou lucros da barraca.

APÊNDICE K - ATIVIDADES DA MENT3C - ENCONTRO 4

5. Resolvendo Questões dos Pares

Duração programada: 10:00 minutos

Atividade do tipo Resolver

Objetivo educacional da atividade:

Texto de apoio e enunciado:

Considerando o contexto da questão de elaboração de problemas:

No Arraiá do IFB Taguatinga, a turma de Eletromecânica ficou responsável por uma barraca de milho cozido e outra de canjica.

- Compramos 120 espigas a R\$ 0,70 cada.
- Cozinhar cada espiga gasta 0,09 kWh de energia elétrica.
- A bandeja de canjica custa R\$ 3,50 de ingredientes e rende 6 porções.

Resolva a questão abaixo:

6. Equações com Infinitas Soluções

Duração programada: 13:00 minutos

Atividade do tipo Resolver

Objetivo educacional da atividade:

Texto de apoio: Encontre o máximo de pares diferentes de números inteiros (x, y) que satisfaçam a equação linear $2x + 3y = 50$.

Enunciado: Encontre o máximo de pares diferentes de números inteiros sejam criativos e explorem o máximo de possibilidades antes que o tempo acabe.

7. Construindo Médias e Medianas

Duração programada: 13:00 minutos

Atividade do tipo Resolver

Objetivo educacional da atividade:

Texto de apoio :Crie um conjunto de dados com exatamente 6 números inteiros positivos distintos, de tal forma que a média aritmética seja 10 e a mediana seja 8. Encontre o máximo de conjuntos de dados diferentes que satisfaçam essas condições.

Enunciado: Encontre o máximo soluções dentro de 10 minutos. Sejam criativos e explorem o máximo de possibilidades antes que o tempo acabe.

8. Eventos com a Mesma Probabilidade

Duração programada: 13:00 minutos

Atividade do tipo Resolver

Objetivo educacional da atividade:

Texto de apoio :Ao lançar dois dados cúbicos comuns (faces numeradas de 1 a 6), a soma dos resultados pode variar de 2 a 12. A probabilidade de obter uma soma igual a 7 é $6/36 = 1/6$. Descreva o máximo de eventos diferentes (relacionados ao lançamento dos dois dados) cuja probabilidade também seja exatamente $1/6$.

Enunciado: Encontre o máximo soluções dentro de 10 minutos. Sejam criativos e explorem o máximo de possibilidades antes que o tempo acabe.

APÊNDICE L – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE) – PROFESSOR COLABORADOR

Título da Pesquisa: MENT3C: UMA ESTRATÉGIA DIGITAL PARA DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO CRÍTICO E CRIATIVO EM MATEMÁTICA COM O USO DE ATIVIDADES COOPERATIVAS DE ELABORAÇÃO E RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS.

Pesquisador Responsável: Danilo Gonçalves da Fonseca, mestrando do Programa de Pós-graduação em Educação Profissional e Tecnológica (ProfEPT) – Instituto Federal de Brasília (IFB).

Prezado Professor,

Você está sendo convidado a participar, na condição de professor colaborador, da pesquisa mencionada acima. O objetivo deste estudo é investigar as potencialidades e limitações de uma estratégia digital, materializada na aplicação web MENT3C, para fomentar o pensamento crítico, criativo em matemática e a cooperação entre estudantes do Ensino Médio Integrado. Sua perspectiva como docente experiente e observador do processo é fundamental para a análise dos resultados.

Sua Participação na Pesquisa

Sua colaboração nesta pesquisa consiste nas seguintes ações:

- Autorização para que o pesquisador realize observações em suas aulas de matemática, a fim de compreender a dinâmica da turma.
- Disponibilização de tempo de aula para a aplicação da ferramenta MENT3C com os estudantes.
- Participação em uma entrevista semiestruturada, com gravação em áudio, para compartilhar suas percepções e avaliações como observador da aplicação da ferramenta e da dinâmica dos estudantes durante a intervenção.

Riscos e Benefícios

A sua participação envolve riscos mínimos, como o tempo despendido na entrevista e o possível desconforto de ter a prática docente observada. Como

benefícios, destacam-se a oportunidade de conhecer e avaliar uma nova ferramenta pedagógica, refletir sobre a dinâmica de seus estudantes sob uma nova metodologia e contribuir para o avanço da pesquisa em ensino de matemática na Educação Profissional e Tecnológica.

Confidencialidade e Voluntariedade

Sua participação é voluntária, e você tem o direito de se recusar a participar ou retirar seu consentimento a qualquer momento, sem qualquer tipo de penalidade. Os dados coletados em sua entrevista serão tratados com o mais rigoroso sigilo e utilizados exclusivamente para os fins desta pesquisa. Sua identidade será preservada nos resultados publicados, a menos que autorize explicitamente o uso de seu nome.

Contato

- Pesquisador: Danilo Gonçalves da Fonseca, (61) 9 8355 1401, danilo.fonseca@ifb.edu.br.
- Comitê de Ética em Pesquisa do IESB: (61) 3962-4682, cep@iesb.br.

Declaração de Consentimento

Eu, Bruno Macedo Alves, declaro que li e compreendi as informações deste termo. Tive a oportunidade de esclarecer minhas dúvidas e concordo voluntariamente em participar desta pesquisa. Recebi uma cópia deste documento.

Brasília, 02 de abril de 2025.

Assinatura do Professor Participante

Assinatura do Pesquisador Responsável

APÊNDICE M – TERMO DE COMPROMISSO E CONFIDENCIALIDADE – MONITOR/AUXILIAR DE PESQUISA

Título da Pesquisa: MENT3C: UMA ESTRATÉGIA DIGITAL PARA DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO CRÍTICO E CRIATIVO EM MATEMÁTICA COM O USO DE ATIVIDADES COOPERATIVAS DE ELABORAÇÃO E RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS.

Pesquisador Responsável: Danilo Gonçalves da Fonseca, mestrando do Programa de Pós-graduação em Educação Profissional e Tecnológica (ProfEPT) – Instituto Federal de Brasília (IFB).

Este termo formaliza a participação de _____ na condição de Monitor(a)/Auxiliar de Pesquisa durante a coleta de dados do projeto supracitado, realizada com estudantes do Ensino Médio Integrado em Eletromecânica do IFB – Campus Taguatinga.

Descrição da Atuação

O(A) monitor(a) atuou como apoio fundamental durante as sessões de aplicação da ferramenta MENT3C, desempenhando um papel de suporte logístico e técnico. Suas responsabilidades incluíram:

- Organizar o ambiente do laboratório de informática para a atividade.
- Distribuir materiais de apoio aos estudantes, como papel e lápis para rascunho.
- Prestar auxílio em dificuldades técnicas pontuais relacionadas ao uso dos equipamentos ou da plataforma.
- Colaborar para manter o foco dos estudantes na atividade proposta, orientando sobre o uso adequado dos recursos.

Compromisso de Confidencialidade e Sigilo

Ao assinar este termo, o(a) monitor(a) reconhece que, em virtude de sua atuação, teve acesso ao ambiente de pesquisa e observou interações, diálogos e comportamentos dos participantes (estudantes).

Diante disso, compromete-se a manter sigilo absoluto e total confidencialidade sobre todas as informações às quais teve acesso, incluindo, mas não se limitando a: nomes, diálogos, desempenhos, dificuldades ou qualquer outro dado que possa

identificar os participantes da pesquisa. Este compromisso de sigilo é permanente e estende-se para além da conclusão do projeto de pesquisa.

Voluntariedade

A colaboração como monitor(a) nesta pesquisa foi de natureza voluntária.

Contato

- Pesquisador: Danilo Gonçalves da Fonseca, (61) 9 8355 1401, danilo.fonseca@ifb.edu.br.
- Comitê de Ética em Pesquisa do IESB: (61) 3962-4682, cep@iesb.br.

Declaração de Compromisso

Eu, _____,
declaro que li, compreendi e concordo com os termos aqui dispostos. Comprometo-me a cumprir integralmente o dever de confidencialidade para proteger a identidade e a privacidade dos participantes e garantir a integridade ética desta pesquisa.

Brasília, _____ de _____ de 20____.

Assinatura do(a) Monitor(a)/Auxiliar de Pesquisa

Assinatura do Pesquisador Responsável

APÊNDICE N – TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA ACESSO A DADOS ACADÊMICOS PARA FINS DE PESQUISA

Instituição: Instituto Federal de Brasília (IFB) – Campus Taguatinga **Setor:** Coordenação de Registro Acadêmico (CDRA-CTAG)

Referência: Pesquisa de Mestrado intitulada “MENT3C: UMA ESTRATÉGIA DIGITAL PARA DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO CRÍTICO E CRIATIVO EM MATEMÁTICA COM O USO DE ATIVIDADES COOPERATIVAS DE ELABORAÇÃO E RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS”.

Pesquisador Responsável: Danilo Gonçalves da Fonseca, mestrando do Programa de Pós-graduação em Educação Profissional e Tecnológica (ProfEPT).

Considerando a realização da pesquisa supracitada, de responsabilidade do pesquisador Danilo Gonçalves da Fonseca, a qual foi devidamente submetida aos trâmites éticos pertinentes;

Considerando que o estudo envolve a participação de estudantes do 3º ano do Curso Técnico em Eletromecânica Integrado ao Ensino Médio desta instituição, tornando-se necessária a análise de dados acadêmicos para a completa consecução dos objetivos da pesquisa;

Considerando a necessidade de cruzamento de dados de desempenho e perfil dos estudantes com os resultados obtidos durante a intervenção pedagógica, conforme delineado na metodologia do projeto.

Caso você tenha dúvidas ou deseje mais informações sobre seus direitos como participante de pesquisa, ou queira apresentar qualquer questionamento ético relacionado à pesquisa, você pode entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa do IESB, por meio dos seguintes canais:

Endereço: CAMPUS NORTE SGAN Quadra 609 módulo D – Av. L2 Norte, Asa Norte, Brasília – DF, CEP: 70.830-404, Telefone: (61) 3962-4682, E-mail: cep@iesb.br.

Eu, **[Nome Completo do Coordenador(a)]**, na qualidade de Coordenador(a) do Setor de Registro Acadêmico do IFB - Campus Taguatinga, **AUTORIZO** o acesso do referido pesquisador à base de dados dos 44 (quarenta e quatro) estudantes do 3.º ano do Ensino Médio Integrado em Eletromecânica, exclusivamente para a coleta das seguintes informações:

- **Identificação escolar:** Nome completo e número de matrícula.
- **Dados pessoais:** Data de nascimento (para cálculo de idade), etnia autodeclarada e registro de possíveis necessidades específicas/condições de saúde.
- **Indicadores socioeconômicos:** Renda familiar per capita e número de residentes no domicílio.
- **Desempenho prévio em Matemática:** Médias finais obtidas no 1º e 2º anos do curso.

O pesquisador assume total responsabilidade pelo tratamento dos dados, comprometendo-se a garantir o mais rigoroso sigilo e a anonimização de todas as informações pessoais na análise e divulgação dos resultados da pesquisa, utilizando os dados exclusivamente para os fins acadêmicos deste estudo.

Por ser expressão da verdade, firmo o presente.

Taguatinga-DF, _____ de _____ de 2025.

[Nome Completo do Coordenador(a)] Coordenador(a) do Registro Acadêmico (CDRA) IFB – Campus Taguatinga

APÊNDICE O – RESULTADOS DAS ATIVIDADES DA OFICINA

Os questionários neste apêndice foram retirados do livro Pulando para fora da caixa: ampliando o pensamento crítico e criativo em matemática (Fonseca; Gontijo, 2023) aplicado na oficina do Pensamento Crítico e Criativo em Matemática.

Os identificadores (ID) em cada tabela são usados para diferenciar as respostas de estudantes distintos. O estudante "ID 1" da primeira tabela (Receita) não é, necessariamente, o mesmo estudante "ID 1" da segunda tabela (Expressão Numérica). Os IDs são independentes entre as atividades e representam apenas a ordem de recebimento das respostas em cada formulário.

A diferença no número total de respostas entre as tabelas indica que alguns estudantes não concluíram algumas das atividades dentro do tempo estipulado na oficina.

1. Qual sua receita para ser Criativo?

ID	RESPOSTAS
1	1 xícara de paciência 2 de coragem 1 de estudo
2	1 xícara de curiosidade, 3 xícaras de esforço, 2 colheres de culpa e 1 pitada de esperança de que o fim está próximo
3	Ingredientes: - 4 copos de diálogo; - 3 colheres de estudo; - 5 litros de disposição; - 3 xícara de inovação - curiosidade à gosto.
4	- 6 colheres de curiosidade - 8 colheres de vontade - 5 xícaras de perseverança - 7 copos de sabedoria. E por fim misture tudo para alcançar a criatividade.
5	3 colheres de perseverança, 3 colheres de curiosidade, 4 colheres de desafio
6	2 copos de disciplina, 5 copos de sono, 9L de psicanalise, 7l de filosofia.
7	- 10 copos de diálogo; - 10 litros de curiosidade - 5 colheres de amor - 5 colheres de beijo na boca - 10 gramas de disposição
8	6 colheres de conhecimento, 2 colheres de curiosidade, 1 colher de disposição, 1 xícara de persistência, 2 copos de motivação
9	2 colheres de conhecimento, 3 colheres de curiosidade, 3 xícaras de dedicação, 1 copo de interesse
10	Precisa ter: - Coragem, - Curiosidade, - Imaginação, - Tempo, - Conhecimento de outras coisas Não pode ter: - Pressa, - Medo
11	3 colheres de coragem, 2 copos de paciência, 1/2 xícara de estudo, 4L de conhecimento Coloque tudo em um bote e misture até ficar homogêneo e deixe na geladeira pelo tempo que quiser

12	2 xícaras de determinação, 2 colheres de proatividade, 5 colheres de curiosidade, 4 colheres de comunicação, 2 colheres de esforço
13	4 copos de foco, 3 colheres de chá de coragem, 3 tampinhas de persistência, 2 xícaras de vontade para a cobertura ,misture: 3 xícaras de curiosidade, 2 litros de constância. junte tudo, leve ao forno e confie no processo. Depois é só degustar.
14	Ingredientes: - 2 xícaras de maluquice, - 2 colheres de ousadia, - 4L de porra no u di fabio - 3 colheres de desafio, - 1/2 xícara de inovação
15	-2 copos de paciência -1 colher de conhecimento no assunto - 3 inteligência a gosto - 2 copos de compreensão e interpretação - 1 colher de vontade em aprender
16	3 colheres de interesse, 2 colheres de determinação, 1 colher de curiosidade, 4 colheres de interpretação de texto. bata tudo, para a calda coloque tudo em pratica
17	1- 5 colheres de humildade, 2- 500 mL de conhecimento, 3- 1 litro de associação, 4- 300g de fermento da coragem 5- deixe cozinhar por no mínimo 6 meses
18	- 4 xícaras de curiosidade, - 2 colheres de sopa de força de vontade, - 3/4 de não desistência - 1 colher de sopa de imaginação
19	1 colher de sonho, 3 copos de intuição, 4 colher de pensamento, 3 colher de tempo, 5 copos de erros e tentativas, 1 tampa de fermento Bata na mão. E coloque para cozinha pelo tempo que for necessário
20	1- 3 Colheres de sopa de intuição, 2- 1/2 xícara de inteligência, 3- 3 copos de confiança, 4- 5 litros de vontade, 5- 1 grupo de amigos que trabalhem com você
21	5 copos de maluquice, 2 colheres de ousadia, 3 colheres de alegria, 3/4 de xícara de tesão criatividade à gosto, Colocar tudo no foda-se e comece a fazer sem pensar.
22	- 500 gramas de prática, - 2 xícaras de determinação, - 3 colheres de auto desafio, - 1 xícara de recompensa, - progressão a gosto, cozinhe por 2 horas por dia até que esteja perfeito
23	Pudim rosa: -3 xícaras de exercícios, -2 xícaras de correção, -5 xícaras de calma 5hrs no forno quando dourar tire e coloque pra descansar por 2hrs * a receita pode ser divida em menor quantidade e os descansos pode ficar entre ela
24	bom senso e boa vontade
25	RECEITA: -2 colheres de persistência; -1 xícara de disposição; -2 xícaras de aprender com os erros; -1 Garrafa de café; -300 ml de criatividade; -Humilhação a gosto; Misture tudo para superar e construir o SEU castelo da gloria.
26	1L de bullying, 1 xícara de ousadia e alegria, 2 coca, 1 carreira de pó, 2g de vontade, 1 JIFS
27	1 copo de curiosidade, 3 colheres de interesse, 2 xícaras de dedicação, 5 xícaras de confiança 1/2 copo de conhecimento, 1 copo de paciência.
28	- 2 xícaras de paixão, - 2 xícaras de conhecimento, - 1 xícara de interesse, - 5 colheres de esforço, - 5 colheres de dedicação, - 2 colher de autoconfiança, - Curiosidade a gosto. Misture tudo, de preferencia com as mãos, ate a mistura se tornar homogenia

29	5 copos de determinação, 3 xícaras de resiliência, 3/4 colheres de coragem, 4 colheres de conhecimentos, 6 colheres de criatividade 1° Adicione os 5 copos determinação com os 3/4 coragem bata bem ate ficar homogêneo 2° Misture as 3 xícaras de resiliência com as 4 colheres de conhecimento e as 6 colheres de criatividade bata bem e coloque junto a primeira mistura 3° Unte uma forma com 4 horas de estudo por dia para poder adicionar a mistura 4° Após untar a forma pegue os ingredientes e coloque tudo no forno e vera o resultado.
30	5 XÍCARAS DE DISPOSIÇÃO, 10 XÍCARAS DE DISCIPLINA, 10 XÍCARAS DE CONSTÂNCIA
31	3 xícaras de paciência, 2 colheres de coragem, 8 colheres de perseverancia
32	- 10 colheres de disciplina, - 5 colheres de dedicação, - 3 xícaras de calma
33	5 de foco, 6 de vontade

2. Qual a expressão numérica você gerou que resulta em 45, utilizando-se de 3 números distintos e que julga ser mais incomum, original. Digite a expressão que construiu que julgou ser a mais diferente, incomum, original.

ID	Expressão Original	Status de Validade	Justificativa da Invalidação	Estratégia de Solução Identificada	Classificação de Originalidade (Baseada na Frequência)
1	$3 \cdot 20 - 15$	Válida	-	E2: Combinação de Multiplicação e Adição/Subtração	Média (27,27%)
2	$\sqrt{400+4!} \cdot 4 - 26/2$	Inválida-Erro de Cálculo	O resultado correto é 103 ($20+24 \times 4 - 13 = 20+96 - 13 = 103$), não 45.		
3	foi uma muito loka do Levi	Inválida-Não é expressão	Resposta textual, não uma expressão numérica.		
4	foi uma muito difícil que o Levi fez	Inválida-Não é expressão	Resposta textual, não uma expressão numérica.		
5	$675/3 = 225/5 = 45$	Válida	A expressão pode ser interpretada como $(675/3)/5$.	E3: Combinação de Divisão e Adição/Subtração	Média (18,18%)
6	Raiz quadrada de $49 + (3 \cdot 5) + (4! - 1)$	Inválida-Violação de Regra	Contem mais de 3 números.		
7	$20 \cdot 2 + 5 = 45$	Válida	-	E2: Combinação de Multiplicação e Adição/Subtração	Média (27,27%)

8	$10^4,6534$	Inválida-Violação de Regra	Utiliza apenas dois números (10 e 4,6534). O resultado também não é 45.		
9	$\sqrt{(675*\sqrt{9})}$	Inválida-Violação de Regra	Utiliza apenas dois números (675 e 9). Embora o resultado seja 45, viola a regra dos 3 números.		
10	$5^2+65/2!=45$	Inválida-Erro de Cálculo	O resultado é 57,5 ($25+65/2=25+32,5=57,5$), não 45.		
11	$\sqrt{400*2+5^2/5}=45$	Inválida-Violação de Regra	Contem mais de 3 números.		
12	$\sqrt{144*10-75}=45$	Válida	A expressão é $(\sqrt{144 * 10}-75 = (12 * 10)-75 = 120-75 = 45$.	E4: Uso de Potenciação e/ou Radiciação	Alta (9,09%)
13	$4!+\sqrt{25+8*2}$	Inválida-Violação de Regra	Contem mais de 3 números.		
14	$2x^2=5050-7!-215$	Inválida-Não é expressão	Trata-se de uma equação com uma variável, não uma expressão numérica que resulta em 45.		
15	$25*11-10$	Inválida-Erro de Cálculo	O resultado é 265 ($275-10=265$), não 45.		
16	$5!+15-90=45$	Válida	A expressão é $120 + 15-90 = 45$.	E5: Uso de Fatorial (!)	Média(27,27%)
17	$\sqrt{81*4*\sqrt{81}}$	Inválida-Violação de Regra	Utiliza números repetidos (81). O resultado também é 324, não 45.		
18	$4!+5?+3!$	Inválida-Símbolo Inválido	O símbolo "?" não é um operador matemático padrão.		
19	$0,53+0,47+44$	Válida	-	E1: Aritmética Linear Simples	Média (18,18%)
20	$40+3+2$	Válida	-	E1: Aritmética Linear Simples	Média (18,18%)
21	$(2*20)+5$	Válida	-	E2: Combinação de Multiplicação e Adição/Subtração	Média (27,27%)
22	$(88/2)+1$	Válida	-	E3: Combinação de Divisão e Adição/Subtração	Média (18,18%)
23	$(5!)3/8$	Válida	A expressão é $(120 * 3)/8 = 45$.	E5: Uso de Fatorial	Média(27,27%)

			$3) / 8 = 360 / 8 = 45.$	(!)	
24	$5^2+5^2-\sqrt{25}$	Inválida-Violação de Regra	Utiliza números repetidos (5 e 25, que é 5^2).		
25	$5!-80+\sqrt{25}=45$	Válida	A expressão é $120-80+5=45.$	E5: Uso de Fatorial (!)	Média(27,27%)
26	$((\sqrt{625}+\sqrt{400})/10)*(100/10)$	Inválida-Violação de Regra	Contem mais de 3 números.		
27	$0+0+45$	Inválida-Violação de Regra	Utiliza números repetidos (0).		
28	numa festa tem...	Inválida-Não é expressão	Resposta em formato de problema de lógica, não uma expressão numérica.		

3. Marcos possui uma renda de R\$ 3.200,00. E deseja adquirir um smartphone que custa R\$ 2.200,00. Como sugere que realize essa compra?

ID	Resultado
1	para que ele fique com celular ele pode parcelar no cartão de credito em 3x de 733,33 que ele não terá tanta dificuldade em pagar as parcelas. (isso sem juros)
2	parcela em 10 vezes fica 220 e ainda sobra 2.980 durante esses 10 meses
3	10x220
4	Parcela em 10 vezes, ou vende o rim para garantir mais dinheiro
5	Marcos vai morar embaixo da ponte, porém vai ter o tão sonhado celular.
6	Reduzir despesas , esperar um tempo e comprar no débito
7	Parcela em 12 vezes SEM JUROS, começa a andar de ônibus, sobrevive de Rorizão, volta pra casa dos pais pagando APENAS O ALUGUEL, e se estiver endividado com agiota ele troce de nome e CPF
8	marcos deve vender o rim e se matricular na academia
9	721,99
10	Marcus é herdeiro, pois seu pai acumulou muito dinheiro após criar os brainrot e anuncia-los nas redes sociais, sendo assim ele pediu para o pai Pagar e dividir para ele em 20 vezes com 10% de juros!
11	Talvez se ele fizesse uma parcela e morasse com os pais
12	parcelar o smartphone em 11 vezes, caso não tenha outro para vender e dá de entrada.
13	Marcos compra o celular parcelado em 4x sem juros pagando 800R\$ por mês no celular,

	ficando com 2400R\$ para suas despesas mensais.
14	Sendo bem realista, só se vive uma vez, deixa ele comparar um celular. Ele não gasta com mais nada
15	ELE PODERIA RESERVAR UMA QUANTIA DURANTE 4 MESES , 500 REAIS EM 3 MESES E 700 REAIS NO ULTIMO MÊS.
16	gasta 1000 com a comida mensal , mora com os pais gasta 500 nos estudos com livros , e parcela 2x o celular sem juros sobrando 200 nos próximos 2 meses
17	Ele pode procurar algum lugar que parcela sem juros, e ai pagar 10x de 220.
18	Considerando que Marcos more com seus pais, e os ajude com 500 reais mensais, lhe sobrarão 2.700 reais. O mesmo vai dividir a compra do celular em 4 vezes sem juros.
19	Marquinhos mora com seus pais e ajuda pagando a internet e a luz, dando no total 721,99 de despesa. Compra o celular a vista e sobra 278 para gastar com outras coisas
20	ele pode guardar 1000 reais durante dois meses e no ultimo pegar 200, ele pode abrir mão das coisas fúteis, por exemplo, se ele começar ir andando ou de bicicleta para os lugares ele economiza porque não vai mais precisar ir pra academia.
21	considerando ,que marcos more sozinho em um kitnet (1200 reais) tenha um vale alimentação e ande de ônibus (600) gaste com lazer (300) e tenha uma reserva de emergência (300) ele gasta 2400 ,assim tem um saldo de 800 ele terá de juntar mais ou menos 3 meses
22	Marcos possui de despesas totais (morando com os pais e pagando as contas de casa): Comida: 400 reais Contas e gás: 1350 reais transporte: 100 reais semanais emergências: 1000 reais = 2850 sobrando 320 reais, ele pode parcelar em 2 vezes inteirando seu dinheiro com o que guarda para emergências, pagando 2640 com juros em dois meses.
23	ele não precisa de um celular melhor, isso apenas tira seu foco. ele deve gastar 600. 170 da academia. 1000 em comida, 33 por mes em gás, 70 em internet. parcela o celular em duas vezes e sobra pros juros
24	ele iria montar uma reserva de emergência de R\$10K, para caso ficasse sem o emprego. Pagaria no máximo R\$1200 de aluguel moraria sozinho. para se alimentar gastaria R\$800. ia sobra R\$1200, com esse valor pagaria R\$400 em agua, luz e internet. com o valor que sobraria que seria de R\$800, pegaria metade que seria R\$400 e guardaria para comprar o smartphone, já a outra metade usaria para investir ou utilizar para lazer.

4. Um condomínio é composto por 3 torres. Cada torre possui 15 andares, cada um com 4 apartamentos. Elabore problemas a partir deste contexto (pense sobre isso, considerando tanto as informações diretamente mencionadas como também as que podem surgir como consequência, por exemplo, o número de vagas necessárias de estacionamento).

ID	Texto completo do problema	Status de Validade	Justificativa da Invalidação
1	Se a manutenção de cada elevador custa R\$ 300/mês, quanto o condomínio gasta com todos os elevadores?	Válida	-
2	Quantas pessoas podem morar nessas três torres? (já traz "180 pessoas")	Válida	-
3	Cada apto gera 1,2 sacos de lixo/dia; quantos sacos o condomínio gera na semana?	Válida	-
4	"180" (número isolado)	Inválida	Resposta é um número, não a elaboração de um problema.
5	Suítes variam: andares 1-4 (1), 5-14 (2), 15.º (3). Quantas suítes no condomínio?	Válida	-
6	"180 apartamentos" (afirmação)	Inválida	Resposta é uma afirmação, não a elaboração de um problema.
7	30 aptos porta vermelha, 50 azul. Probabilidade de porta sem cor?	Válida	-
8	Cada apto comporta 5 pessoas. Quantos moradores em uma torre?	Válida	-
9	Qual a chance de Paulo morar no aptº 48 da torre B?	Válida	-
10	"a" (letra isolada)	Inválida	Resposta é uma letra, não a elaboração de um problema.
11	50 aptos x 3 pessoas, 33 x 4, 9x5 quantas pessoas no condomínio?	Válida	-
12	Sorteio de 4 chaves: prob. de serem da mesma torre e mesmo andar?	Válida	-
13	(i) Quantos aptos numa torre? (ii) Nos 2 andares com famílias variadas, quantas pessoas?	Válida	-

14	Síndico quer 50 vagas/torre; engenheiro propõe vagas proporcionais (25%/30%/15%). Qual proposta atende 100% de ocupação?	Válida	-
15	Calcule número de vagas + condomínio total; repasse 75% à empresa, 25% ao síndico.	Válida	-
16	Cada apto tem 3 pessoas; entram/saem 5 pessoas/min. Quando o fluxo de entradas e saídas soma o nº de habitantes?	Válida	-
17	Quantos aptos numa torre? Quantos no condomínio?	Válida	-
18	30% aptos c/ gatos, 50% c/ cães. Quantos não têm animal?	Válida	-
19	Aptos 3 ou 5 quartos; 4 pessoas/apt. Quantos terão >1 pessoa/quarto e quantos quarto vago?	Válida	-
20	Marcos: 30 s/andar escada, 2 min elevador, 1 min entre torres. Estratégia p/ percorrer tudo e tempo total.	Válida	-
21	Aluguel R\$ 300 + estacionamento R\$ 100; investimento R\$ 1.100.500. Quanto tempo p/ amortizar?	Válida	-
22	Regra: se nº apto ímpar, sobe; novo $n^{\circ}=3n+4$. Começa no 1. Mínimo de andares percorridos.	Válida	-
23	Numeração portas: A-1-1=2; A-1-2=4. Qual número da porta 2.º apto, 3.º andar, torre C?	Válida	-

APÊNDICE P – RESULTADOS DAS ATIVIDADES DA MENT3C

Atividade 1 MENT3C: Tutorial

Como a atividade 1 trata-se de um tutorial entendemos não ser necessário apresentar os resultados dessa atividade uma vez que não houve problemas para serem resolvidos.

Atividade 2 MENT3C: Produtividade Solidário

A cooperativa de costureiras do Setor H Norte depende de um conjunto de 40 motores de máquinas industriais doados pelo IFB-Taguatinga.

Vocês, futuros(as) técnicos(as) em Eletromecânica, ficaram responsáveis por acompanhar o desempenho, calcular custos sociais de falha e prever riscos antes da próxima feira solidária na BR-070.

Quem controla a propriedade privada dos meios de produção tem poder sobre o trabalho. Por isso garantir a manutenção coletiva é fortalecer quem vive do próprio trabalho.

Resolva a questão de forma cooperativa. Tentem gerar somente uma resposta.

GRUPO	Expressão Original	Validado pelo Grupo	Status de Validade	Média de Dificuldade
Grupo 1A	30%	sim	Válida	1.25
Grupo 2A	30%	sim	Válida	3
Grupo 3A	$100=60 / x=(100.18)/60=30\%$	sim	Válida	2.25
Grupo 4A	30%	sim	Válida	2
Grupo 5A	30%	sim	Válida	2.25
Grupo 6A	30%	sim	Válida	2.75
Grupo 7A	30%	sim	Válida	1.67

Atividade 3 MENT3C: A cooperativa de costureiras do Setor H Norte depende de um conjunto de 40 motores de máquinas industriais doados pelo IFB-Taguatinga.

Vocês, futuros(as) técnicos(as) em Eletromecânica, ficaram responsáveis por acompanhar o desempenho, calcular custos sociais de falha e prever riscos antes da próxima feira solidária na BR-070.

Quem controla a propriedade privada dos meios de produção tem poder sobre o trabalho. Por isso, garantir a manutenção coletiva é fortalecer quem vive do próprio trabalho.

Resolva a questão de forma cooperativa. Tentem gerar somente uma resposta.

GRUPO	Expressão Original	Validado pelo Grupo	Status de Validade	Média de Dificuldade
Grupo 1A	12 motores	sim	Válida	1,75
Grupo 2A	12 motores	sim	Válida	2,67
Grupo 3A	devem falhar 8 motores	sim	Inválida	2,5
Grupo 4A	12	sim	Válida	3,5
Grupo 5A	12 motores	sim	Válida	2,17
Grupo 6A	12	sim	Válida	3
Grupo 7A	12	sim	Válida	2.33

Atividade 4 MENT3C: Arraiá Solidário do IFB

No Arraiá do IFB Taguatinga, a turma de Eletromecânica ficou responsável por uma barraca de milho cozido e outra de canjica.

- Compramos 120 espigas a R\$ 0,70 cada.
- Cozinhar cada espiga gasta 0,09 kWh de energia elétrica.
- A bandeja de canjica custa R\$ 3,50 de ingredientes e rende 6 porções.


🎯 Crie perguntas envolvendo porcentagem, média ou fração sobre vendas, custos ou lucros da barraca.

Exemplos-guia (projete rapidamente)

“Se vendermos 75 % das espigas, quantas ainda sobrariam até fechar a festa?”

“Se 40 % das porções de canjica forem distribuídas gratuitamente para a

comunidade, quanto deixamos de arrecadar?”

Enunciado:  Crie perguntas envolvendo porcentagem, média ou fração sobre vendas, custos ou lucros da barraca.

GRUPO	Expressão Original	Média de Dificuldade	Validado pelo Grupo	Status de Validade	Justificativa da Invalidação
Grupo 1A	Se caso forem cozidas 80 espigas, quantos Wh de energia elétrica serão gastos? Resposta: Cozinhar 80 espigas vai gastar 7200 Wh de energia elétrica	2.75	sim	Válida	
Grupo 1A	quantas espigas restam se 80% forem vendidas. Resposta: ou seja 24	3	sim	Válida	
Grupo 1A	se cada porção de canjica for vendida por R\$ 2,00, quanto arrecadamos por bandeja. Resposta: R\$12,00	2.75	sim	Válida	
Grupo 1A	Acaso sejam vendidas 36 porções de canjica, quanto a barraca irá arrecadar? Resposta: R\$72,00 e 3,50. $36 = 126$	3.14	sim	Válida	
Grupo 1A	qual é a porcentagem de lucro se vendermos as 120 espigas de milho por R\$3,50?	-	não	Inválida	Resposta ausente (não há como validar sem resposta).
Grupo 2A	qual é a porcentagem entre o preço das espigas e da quantidade de energia gasta? Resposta: 12,8%	3.6	sim	Válida	
Grupo 2A	quanto de energia será gasta se quisermos confeccionar 72% das espigas? Resposta: 77,7 kW	3	sim	Inválida	Correto $\approx 7,78$ kWh ($0,72 \times 120 \times 0,09$). Erro de unidade/ordem de grandeza.

Grupo 2A	e qual vai ser o preço e o total de energia para esquentar todas? Resposta: 84 reais e 108 kW	2.8	sim	Inválida	Preço está correto (R\$84), mas energia correta é 10,8 kWh; como o item pede os dois valores, a resposta é inválida.
Grupo 2A	qual é o número mínimo de espigas que é possível fazer com 198 kW? Resposta: 220 espigas	2.6	sim	Inválida	Com 198 kWh é possível cozinhar 2200 espigas (198/0,09).
Grupo 2A	supondo que você tenha 490 reais do auxílio do if, quantas espigas você conseguirá comprar? Resposta 84000 espigas e $490/0.7=700$ espigas	3.13	sim	Inválida	Cálculo correto é $490/0,70=700$ espigas; a resposta contém valor contraditório (84.000).
Grupo 2A	em uma sala de aula superlotada com 42 alunos, quantas espigas cada um poderá comer, no mínimo, com 700 reais? Resposta: 2857 espigas para cada	2.25	sim	Inválida	Com R\$700 compram-se 1000 espigas; por aluno: $1000/42 \approx 23$.
Grupo 3A	1) Se no final da festa 10 espigas não forem vendidas, qual a porcentagem de desperdício em relação ao total comprado? Resposta: A porcentagem de desperdício aproximada é de 8,33%	2.90	sim	Válida	
Grupo 3A	quantos kWh serão gastos para preparar 2348/3390 do milho. Resposta Serão gastos 7,48 kWh de energia e 2	3	sim	Válida	
Grupo 4A	considerando que a cada 1kWh são custeados valores de 2 canjicas, quanto será cobrado em relação a energia ao final da festa se 100% dos milhos forem vendidos? Resposta: R\$ 75,60	3	sim	Válida	
Grupo 4A	se 85% das espigas foram vendidas, quanto, em reais, foi arrecadado? e quanto os alunos deixaram de arrecadar, em porcentagem, e 85% das espigas foram vendidas, quanto, em reais, foi	3	sim	Inválida	O item solicita também o percentual não arrecadado (15%), ausente na resposta.

	arrecadado? e quanto os alunos deixaram de arrecadar, em porcentagem. Resposta: 71,4 reais foram arrecadados, e 12,6 reais deixaram de ser arrecadados.				
Grupo 4A	Se forem vendidas 100 bandejas de canjica quantas porções serão feitas? Resposta: 600 porções	2.25	sim	Válida	
Grupo 4A	considerando que vendemos 5 bandejas de canjica, quantas porções sobrarão após 40% serem consumidas. Resposta: 18 porções	2.71	sim	Válida	
Grupo 4A	Se sobrar cerca de 20% de toda espiga, qual será o prejuízo dos alunos do ifb, referente ao que foi gastado e oq foi vendido? considere que os outros 80% das espigas foram vendidos? Resposta: R\$ 16,8	3.57	sim	Válida	
Grupo 4A	Supondo que cerca de 137 pessoas participaram do arraia do ifb, considere que 3,5% de pessoas compraram espigas e canjicas e outras 5,2% pessoas compraram apenas bandejas de canjica, sendo assim, quantos reais foram arrecadados do total dessas porcentagens?	-	não	Inválida	Faltam preços de venda para estimar a arrecadação.
Grupo 5A	Supondo que tivéssemos um orçamento de 5000,00 responda: quanto de energia iríamos gastar utilizando todo o orçamento disposto para fazer as canjicas ? Resposta: Conteúdo Completo $5000/2,00 = 2500$ canjicas $2500 \times 0,1 = 250$ kwh na produção de canjica 1250 espigas por canjica $2500/2$ $1250 \cdot 0,09$ kwh = 112 kwh somasse as energias e fim	2.75	sim	Inválida	Usa premissas externas ao cenário (0,1 kWh por porção; 2 porções por espiga) e mistura grandezas.

Grupo 5A	Quantos por cento a mais teríamos de canjica comparando com a quantidade de espigas anterior ?	3	sim	Inválida	Falta o referencial para comparar.
Grupo 5A	Caso houvesse a venda de 20 bandejas de canjica (bandeja esta a 6 reais). Quanto de dinheiro seria arrecadado? E se após o arrecadamento o total, fosse dividido de forma igual entre os 4 alunos que estavam na barraca. Com quanto cada aluno ficaria ? Resposta: 12500/12	-	não	Inválida	Correto: $20 \times 6 = R\$120$; por 4 alunos: R\$30 cada.
Grupo 5A	calcule o lucro da venda sabendo que foram vendidas 40 canjicas a 5,00 reais e quanto de energia gastaria ao cozinhar 83% das espigas de milho.	-	não	Inválida	Resposta ausente (não há como validar sem resposta).
Grupo 5A	Os alunos após a festa, conseguiram arrecadar um total de R\$ 725,00 e decidiram que dividiriam 30% entre os 4 que estavam na barraca e os outros 70% eles guardariam para a formatura da turma. Qual foi o valor dividido entre os 4 e quanto de dinheiro foi guardado para a formatura ?	-	não	Inválida	Resposta ausente (não há como validar sem resposta).
Grupo 6A	O arraia do IFB dura 5 horas, a turma do 3 ano esta vendendo 120 espigas de milho deliciosas se a turma vende 15% das espigas de milho em 140 min da festa em quanto tempo demorara para vendermos 75% das espigas? Resultado: 700 min.	2.25	sim	Válida	
Grupo 6A	A turma do 3 ano esta vendendo 120 espigas de milhos, se o arraial durará 7 horas e a cada hora a barraca vender 15 espigas de milhos, qual é a porcentagem de vendas das espigas de milho? Resultado: 87,5%	3.25	sim	Válida	

Grupo 6A	A turma do 3 Ano vai vender 5 litros de canjica cerca 75% da canjica foi vendida ate o final da festa. Então a turma resolveu dividir a canjica entre 20 alunos quantos ml de canjica cada aluno irar consumir? 117,5 ml	2.71	sim	Inválida	O correto é 62,5 mL por aluno; a resposta traz 117,5
Grupo 7A	se o grupo vender a bandeja de canjica á R\$0,75 seu lucro seria de 30% ? Respostas 1° verdadeiro 2° verdadeiro	2.20	sim	Inválida	Contradição: venda abaixo do custo implica prejuízo; não há lucro de 30%.
Grupo 7A	o gasto de energia para cozinha cada espiga foi de 10,8kW ? Respostas: 7/8, não e está correto. $120 \times 0.09k = 10.8KWh$	2.86	sim	Válida	
Grupo 7A	A nutrocionista do campus taguatinga fez uma media sobre o consumo de alimento em 2024,e notou que o publico alvo dos alunos consome mais espiga de milho,sabendo que X e o consumo.com isso analise as pergunta abaixo 1)se $x > 10$ pra pessoa q consome espiga de milho e sao consumidas 3 bandeja de canjica,qual sera o valor gasto pra essa pessoa. todos alunos do emi foram convida pra festa,sabendo q so 7/8 foram,qual e a probabilidade de 12aluno do 3 ano,for estarem presente nessa festa.sabendo que cada sala contem 32 aluno e porem o 3 terceiro tem maior 8 aluno. Respostas: 7/8, 123, Não tem sentido algum!! Muitos erros ortográficos	4	sim	Inválida	Não há dados suficientes/consistentes para cálculo de probabilidade.

Atividade 5 MENT3C: Resolvendo Questões dos Pares

Considerando o contexto da questão de elaboração de problemas:

No Arraiá do IFB Taguatinga, a turma de Eletromecânica ficou responsável

por uma barraca de milho cozido e outra de canjica.

- Compramos 120 espigas a R\$ 0,70 cada.
- Cozinhar cada espiga gasta 0,09 kWh de energia elétrica.
- A bandeja de canjica custa R\$ 3,50 de ingredientes e rende 6 porções.

GRUPO	Expressão Original	Média de Dificuldade	Resultado do Grupo respondente	Media de dificuldade do grupo respondente	Grupo respondente
Grupo 1B	se cada porção de canjica for vendida por R\$ 2,00, quanto arrecadamos por bandeja. Resposta: R\$12,00	2.25	8,5	3.25	Grupo 2 B
Grupo 1B	Acaso sejam vendidas 36 porções de canjica, quanto a barraca irá arrecadar? Resposta: R\$72,00 e $3,50 \cdot 36 = 126$	3.14	$3,50 \cdot 36 = 126$	4	Grupo 6 B
Grupo 2B	supondo que você tenha 490 reais do auxílio do if, quantas espigas você conseguirá comprar? Resposta 84000 espigas e $490/0.7=700$ espigas	3	$490/0.7=700$ espigas	3.25	Grupo 1 B
Grupo 3B	1) Se no final da festa 10 espigas não forem vendidas, qual a porcentagem de desperdício em relação ao total comprado? Resposta: A porcentagem de desperdício aproximada é de 8,33%	2.90	Menos de 10%	2.67	Grupo 7 B
Grupo 4B	considerando que vendemos 5 bandejas de canjica, quantas porções sobrarão após 40% serem consumidas. Resposta: 18 porções	2.71	18 porções	2.67	Grupo 7B
Grupo 4B	Se sobrar cerca de 20% de toda espiga, qual será o prejuízo dos alunos do ifb, referente ao que foi gastado e oq foi vendido? considere que os outros 80% das espigas foram vendidos? Resposta: R\$ 16,8 e R\$ 18,42	3.57	18,42 e 16,8	4.33	Grupo 3B
Grupo 6B	A turma do 3 Ano vai vender 5 litros de canjica cerca 75% da canjica foi vendida até o final da festa. Então a turma resolveu	2.71	62,5	2.67	Grupo 3 B

	dividir a canjica entre 20 alunos quantos ml de canjica cada aluno irar consumir? 117,5 ml				
Grupo 7B	se o grupo vender a bandeja de canjica á R\$0,75 seu lucro seria de 30% ? Respostas 1° verdadeiro 2° verdadeiro e se a bandeja custa 3,50 de ingredientes e é vendida á 0,75 o lucro é negativo e não tem lucro	2.20	se a bandeja custa 3,50 de ingredientes e é vendida á 0,75 o lucro é negativo e não tem lucro	2.5	Grupo 6 B
Grupo 7B	o gasto de energia para cozinha cada espiga foi de 10,8kW ? Respostas: 7/8, não e está correto. $120 \times 0.09k=10.8KWh$	2.67	está correto. $120 \times 0.09k=10.8 KWh$	3	Grupo 1 B
Grupo 7B	A nutrocionista do campus taguatinga fez uma media sobre o consumo de alimento em 2024,e notou que o publico alvo dos alunos consume mais espiga de milho,sabendo que X e o consumo.com isso analise as perguta abaixo 1)se $x > 10$ pra pessoa q consume espiga de milho e sao consumidas 3 bandeja de canjica,qual sera o valor gasto pra essa pessoa. todos alunos do emi foram convida pra festa,sabendo q so 7/8 foram,qual e a probabilidade de 12aluno do 3 ano,for estarem presente nessa festa.sabendo que cada sala contem 32 aluno e porem o 3 terceiro tem maior 8 aluno. Respostas: 7/8, 123	4	Não tem sentido algum!! Muitos erros ortográficos	4.5	Grupo 2 B

Atividade 6 MENT3C: Equações com Infinitas Soluções

Encontre o máximo de pares diferentes de números inteiros (x, y) que satisfaçam a equação linear $2x + 3y = 50$. Encontre o máximo de pares diferentes de números inteiros sejam criativos e explorem o máximo de possibilidades antes que o tempo acabe.

GRUPO	Expressão Original	Validado pelo Grupo	Status de Validade	Justificativa da Invalidação
Grupo 1B	$x=20/2; y=30/3$	sim	Válida	-
Grupo 1B	$x=-5; y=20$	sim	Válida	-
Grupo 1B	$X=10 y=10$	sim	Válida	-
Grupo 1B	$x= 4, y=14$	sim	Válida	-
Grupo 1B	$x=7; y=12$	sim	Válida	-
Grupo 1B	$x=2,5; y=15$	sim	Inválida	O valor de x (2,5) não é um número inteiro, violando a regra do enunciado.
Grupo 2B	$x=13;y=8$	sim	Válida	-
Grupo 2B	"(10,10)"	sim	Válida	-
Grupo 2B	"(4,14)"	sim	Válida	-
Grupo 2B	$x=22;y=2$	sim	Válida	-
Grupo 2B	"(-5,20)"	sim	Válida	-
Grupo 2B	$(x=13, y=8)$	sim	Válida	-
Grupo 2B	$x=16;y=6$	sim	Válida	-
Grupo 2B	$x=4 y=14$	sim	Válida	-
Grupo 3B	"(10,10)"	sim	Válida	-
Grupo 6B	$y = -16$ e $x = 49$	sim	Válida	-
Grupo 6B	$y = 18$ e $x = -2$	sim	Válida	-
Grupo 6B	$x=4,y=14$ $2 \cdot 4 + 3 \cdot 14 = 50$ $8 + 42 = 50$	sim	Válida	-
Grupo 6B	$y = 4$ e $x = 38/2 = 19$	sim	Válida	-
Grupo 6B	$y = 10$ e $x = 20/2 = 10$	sim	Válida	-
Grupo 6B	$x=7,$ $y=12$ ----- $2 \cdot 7 + 3 \cdot 12 = 50$	sim	Válida	-
Grupo 7B	$2x+3y=50$ $20+30=50$	sim	Válida	-
Grupo 7B	$2x+3y=50$ $8+42=50$	sim	Válida	-

Atividade 7 MENT3C: Construindo Médias e Medianas

Crie um conjunto de dados com exatamente 6 números inteiros positivos distintos, de tal forma que a média aritmética seja 10 e a mediana seja 8. Encontre o máximo de conjuntos de dados diferentes que satisfaçam essas condições. Encontre o máximo soluções dentro de 10 minutos. Sejam criativos e explorem o máximo de possibilidades antes que o tempo acabe.

GRUPO	Expressão Original	Validado pelo Grupo	Status de Validade	Justificativa da Invalidação
Grupo 1B	4+5+6+10+11+24	sim	Válida	-
Grupo 1B	1+3+4+12+30+10	sim	Inválida	A mediana do conjunto é 11, não cumprindo o requisito de ser 8.
Grupo 1B	5+6+8+10+12+19	sim	Inválida	A mediana do conjunto é 9, não cumprindo o requisito de ser 8.
Grupo 1B	2+6+7+9+10+26	sim	Válida	-
Grupo 1B	1+4+5+11+19+20	sim	Válida	-
Grupo 2B	"(7;7;8;8;14;16)"	sim	Inválida	O conjunto viola a regra de conter 6 números distintos (7 e 8 repetem).
Grupo 2B	"2;3;6;10;12;27"	sim	Válida	-
Grupo 2B	(4;5;7;9;10;25) mediana= (7+9)/2 = 8 e ,média = 60/6=10	sim	Válida	-
Grupo 3B	"{1, 2, 6, 10, 19, 22} Mediana: 6+10 / 2 =8 Soma: 1+2+6+10+19+22=60 / 6= 10"	sim	Válida	-
Grupo 3B	4+6+7+9+10+24	sim	Válida	-
Grupo 6B	(1,2,3,13,14,27)	sim	Válida	-
Grupo 6B	1+9+11+5+19+15=60:6= 10----11+5=16:2=8 média=10 mediana=8	sim	Inválida	Ao ordenar o conjunto (1, 5, 9, 11, 15, 19), os números centrais são 9 e 11. A mediana é (9 + 11) / 2 = 10

Grupo 7B	$(1+2+3+13+14+27)/6=10$ $(13+3)/2=8$	sim	Válida	-
Grupo 7B	$(10+6+4+12+18)/6=10$ mediana $10+6=16/2=8$	sim	Inválida	Somente 5 números. Portanto, esta resposta é inválida.

Atividade 8 MENT3C: Eventos com a Mesma Probabilidade

Ao lançar dois dados cúbicos comuns (faces numeradas de 1 a 6), a soma dos resultados pode variar de 2 a 12. A probabilidade de obter uma soma igual a 7 é $6/36 = 1/6$. Descreva o máximo de eventos diferentes (relacionados ao lançamento dos dois dados) cuja probabilidade também seja exatamente $1/6$. Encontre o máximo soluções dentro de 10 minutos. Sejam criativos e explorem o máximo de possibilidades antes que o tempo acabe.

GRUPO	Expressão Original	Validado pelo Grupo	Status de Validade	Justificativa da Invalidação
Grupo 1B	os valores dos dados lançados serem iguais	sim	Válida	-
Grupo 2B	O resultado dos dados iguais, $(1,1);(2,2);(3,3);(4,4);(5,5);(6,6)$. Logo, existem 6 eventos favoráveis dentre 36 resultados, $6/36 = 1/6$.	sim	Válida	-
Grupo 2B	A soma dos dados ser maior igual a 10. para $12:6+6$ (um caso), para $11:5+6; 6+5$ (dois casos), para $10: 5+5; 6+4; 4+6$ (três casos), seis casos no total $6/36 = 1/6$.	sim	Válida	-
Grupo 3B	a probabilidade de tirar dois números iguais no dado $(1,1),(2,2),(3,3),(4,4),(5,5),(6,6)$	sim	Válida	-
Grupo 6B	14 eventos simples, 1 de soma, 1 de igualdade e 12 de valor fixo	sim	Inválida	A resposta é uma meta-análise das possíveis estratégias, mas não descreve um evento específico com probabilidade $1/6$.
Grupo 7B	$6/6 * 1/6$	sim	Inválida	A resposta é uma operação matemática incorreta e não descreve um evento probabilístico.

Grupo 7B	$2/6 * 3/6$	sim	Inválida	A resposta é um cálculo de probabilidade, mas não descreve o evento ao qual se refere, além de ser um modelo inadequado para o problema.
-----------------	-------------	-----	----------	--

ANEXO A - QUESTIONÁRIO MINHAS HABILIDADES CRIATIVAS EM MATEMÁTICA

Questionário retirado do livro Pulando para fora da caixa: ampliando o pensamento crítico e criativo em matemática (Fonseca; Gontijo, 2023)

Nós consideramos que todas as pessoas podem desenvolver o pensamento criativo em matemática. TODAS!!! Inclusive você! Mas, antes de avançarmos com atividades que exploram o pensamento crítico e criativo em matemática, que tal pensar um pouco sobre as suas habilidades de pensamento criativo?

Preparamos uma lista com 10 características de potenciais pensadores criativos em matemática (Carlton, 1959).

Leia essas características e assinale aquelas com as quais você mais se identifica.

() 1. Elaboração ou percepção de problemas em dados ou em situações que não despertam nenhuma curiosidade particular em outras pessoas.

() 2. Busca conexões entre um problema, proposição, ou conceito e o que pode ser feito a partir deles.

() 3. Prazer de comunicar aspectos matemáticos com outras pessoas que têm igual habilidade e interesse.

() 4. Especulação sobre o que aconteceria se fossem mudadas uma ou mais hipóteses de um problema.

() 5. Prazer em trabalhar com os símbolos matemáticos.

() 6. Intuição para perceber os resultados a partir das proposições.

() 7. Imaginação vívida referente ao modo como as coisas aparecem no espaço e as relações estabelecidas entre elas.

() 8. Convicção que todo problema tem uma solução.

() 9. Persistência em trabalhar com problemas particularmente difíceis ou demonstrações.

() 10. Habilidade para realizar várias operações sem despendar muito tempo em suas execuções.

ANEXO B - QUESTIONÁRIO RECEITA

Questionário retirado do livro Pulando para fora da caixa: ampliando o pensamento crítico e criativo em matemática (Fonseca; Gontijo, 2023)

Qual sua receita para ser Criativo?

Nome (optativo)

Receita*

ANEXO C - QUESTIONÁRIO INFOGRÁFICO

Questionário retirado do livro Pulando para fora da caixa: ampliando o pensamento crítico e criativo em matemática (Fonseca; Gontijo, 2023)

Qual a expressão numérica você gerou que resulta em 45, utilizando-se de 3 números distintos e que julga ser mais incomum, original?

Nome (optativo)

Digite a expressão que construiu que julgou ser a mais diferente, incomum, original.*

**ANEXO D - QUESTIONÁRIO EXERCITE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS
ABERTO**

Questionário retirado do livro Pulando para fora da caixa: ampliando o pensamento crítico e criativo em matemática (Fonseca; Gontijo, 2023)

Marcos possui uma renda de R\$ 3.200,00. E deseja adquirir um smartphone que custa R\$ 2.200,00. Como sugere que realize esta compra?

(pense sobre isso, avaliando o máximo de variáveis que puder, como as despesas que as pessoas costumam ter, as possibilidades de crédito, de parcelamento etc.)

ANEXO E - QUESTIONÁRIO EXERCITE ELABORAÇÃO DE PROBLEMAS

Questionário retirado do livro Pulando para fora da caixa: ampliando o pensamento crítico e criativo em matemática (Fonseca; Gontijo, 2023)

Um condomínio é composto por 3 torres. Cada torre possui 15 andares, cada um com 4 apartamentos. Elabore problemas a partir deste contexto (pense sobre isso, considerando tanto as informações diretamente mencionadas como também as que podem surgir como consequência, por exemplo, o número de vagas necessárias de estacionamento).

ANEXO F - PARECER CONSUBSTANCIADO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: MENT3C: UMA ESTRATÉGIA DIGITAL PARA DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO CRÍTICO E CRIATIVO EM MATEMÁTICA COM O USO DE ATIVIDADES COOPERATIVAS DE ELABORAÇÃO E RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS.

Pesquisador: DANILO GONCALVES DA FONSECA

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 78356224.5.0000.8927

Instituição Proponente: INSTITUTO FEDERAL DE EDUCACAO, CIENCIA E TECNOLOGIA DE

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 6.812.895

Apresentação do Projeto:

Trata-se de um projeto de pesquisa vinculado a uma instituição federal de ensino e a um programa de mestrado profissional, cujo objetivo investigar o impacto da aplicação web MENT3C no desenvolvimento do pensamento crítico e criativo em estudantes do ensino médio durante aulas de matemática. O estudo será realizado com 24 estudantes do 3º ano Ensino médio integrado em eletromecânica do IFB Campus Taguatinga. A metodologia empregada será qualitativa, explorando a relação entre pensamento crítico e criativo em matemática e o uso de atividades cooperativas mediadas por tecnologia. Além disso, o estudo possui um caráter aplicado e exploratório, adotando a pesquisa-participante para promover uma interação ativa entre pesquisador e estudantes, por meio da implementação de atividades e uso da aplicação web. A eficácia da aplicação MENT3C será avaliada comparando os resultados dos questionários aplicados antes e depois da intervenção, observando as mudanças nos níveis de pensamento crítico e criativo. As percepções dos estudantes sobre a experiência serão coletadas em uma roda de conversa ao final do estudo, proporcionando uma avaliação qualitativa do impacto da ferramenta.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Endereço: CAMPUS NORTE SGAN Quadra 609 módulo D Av. L2 Norte
Bairro: Asa Norte **CEP:** 70.830-404
UF: DF **Município:** BRASILIA
Telefone: (61)3962-4682 **E-mail:** cep@iesb.br

Continuação do Parecer: 6.812.895

Investigar as potencialidades e limitações de atividades cooperativas de elaboração e resolução de problemas por meio da criação e uso de uma aplicação Web para o desenvolvimento do pensamento crítico e criativo em matemática de estudantes do Ensino Médio Integrado em Eletromecânica do IFB Campus Taguatinga.

Objetivos Secundários:

1 - Criar um protótipo de uma aplicação web que se configure ambiente digital para atividades cooperativas de elaboração e resolução de problemas matemáticos e que seja capaz de registrar feedbacks por pares e pelo pesquisador. 2 - Coletar discursos, resultados e feedbacks produzidos pelos

estudantes e pelo pesquisador durante as atividades cooperativas de elaboração e resolução de problemas realizados durante a execução da aplicação web. 3 - Levantar as impressões dos estudantes acerca de criatividade e criticidade em matemática assim como sobre as atividades cooperativas de elaboração e resolução de problemas matemáticos e uso de tecnologia como recurso educacional. 4 - Analisar as potencialidades e limitações do uso da aplicação Web, dentro de uma sequência didática, na promoção do pensamento crítico e criativo em matemática nos estudantes.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

O pesquisador apresenta como riscos:

Desconforto emocional: enfrentar desafios ou frustrações ao usar a tecnologia nova ou ao tentar resolver problemas matemáticos complexos; privacidade e confidencialidade: preocupações com o manuseio e armazenamento seguro de suas informações pessoais e dados gerados durante o uso da aplicação; pressão e estresse: a pressão para desempenhar ou participar ativamente nas atividades propostas pode levar a estresse adicional; exclusão digital: alunos com acesso limitado à tecnologia ou habilidades digitais insuficientes podem sentir-se excluídos ou em desvantagem.

Apresenta as estratégias para minimizar os riscos no TCLE e no TALE.

Enquanto Benefícios:

Desenvolvimento do Pensamento Crítico e Criativo: melhoria nas habilidades de pensamento crítico e criativo aplicadas à matemática; aprimoramento da colaboração: aumento da capacidade de trabalho em equipe através de atividades cooperativas; familiarização com Tecnologia Educacional: experiência prática com a aplicação web MENT3C, promovendo o uso eficaz da tecnologia no aprendizado; feedback construtivo: recebimento de feedback

Endereço: CAMPUS NORTE SGAN Quadra 609 módulo D Av. L2 Norte

Bairro: Asa Norte **CEP:** 70.830-404

UF: DF **Município:** BRASÍLIA

Telefone: (61)3962-4682 **E-mail:** cep@iesb.br

Continuação do Parecer: 6.812.895

construtivo para melhorar o processo de aprendizagem; contribuição para a Pesquisa Educacional: oportunidade de contribuir para a melhoria das práticas de ensino e aprendizagem em matemática; habilidades futuras: preparação com competências relevantes para o sucesso acadêmico e profissional futuro.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O estudo visa contribuir para a literatura sobre tecnologias educacionais e aprendizagem matemática, oferecendo insights práticos para educadores interessados em métodos inovadores de ensino. Possui desenho metodológico claro e cronograma viável para execução, apresentando as preocupações éticas com pesquisa em seres humanos.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Possui termo de ciência da instituição da participante; Possui Cronograma atualizado; Possui Folha de Rosto devidamente preenchida e assinada; Apresenta Termo de Autorização para utilização de som de voz para fins de pesquisa; Termo de autorização e compromisso da instituição cedente para uso de dados.

Apresenta instrumento de coleta dos dados. Apresenta o currículo dos pesquisadores.

Apresenta TCLE e TALE.

Recomendações:

Inserir, tanto no TCLE quanto no TALE, as informações de contato do Comitê de Ética em Pesquisa do IESB.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

O projeto poderá ser aprovado, entretanto devem ser inseridas as informações de contato do Comitê de Ética em Pesquisa do IESB no TCLE e no TALE.

Considerações Finais a critério do CEP:

Devem ser inseridas as informações de contato do Comitê de Ética em Pesquisa do IESB no TCLE e no TALE.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
----------------	---------	----------	-------	----------

Endereço: CAMPUS NORTE SGAN Quadra 609 módulo D Av. L2 Norte
Bairro: Asa Norte **CEP:** 70.830-404
UF: DF **Município:** BRASILIA
Telefone: (61)3962-4682 **E-mail:** cep@iesb.br

Continuação do Parecer: 6.812.895

Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2294524.pdf	05/03/2024 06:18:23		Aceito
Outros	Carta_Encaminhamento_Danilo_assinado.pdf	05/03/2024 06:17:06	DANILO GONCALVES DA FONSECA	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Termo_de_aceite_institucional_DG_campus_Taguatinga_Danilo_assinado.pdf	05/03/2024 06:16:08	DANILO GONCALVES DA FONSECA	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Termo_de_aceite_institucional_PRPI_Danilo_assinado.pdf	05/03/2024 06:15:52	DANILO GONCALVES DA FONSECA	Aceito
Outros	Termo_Som_Voz_Danilo_assinado.pdf	05/03/2024 06:14:07	DANILO GONCALVES DA FONSECA	Aceito
Outros	Curriculo_Orientador_Mateus.pdf	05/03/2024 06:12:18	DANILO GONCALVES DA FONSECA	Aceito
Outros	Curriculo_Danilo.pdf	05/03/2024 06:11:09	DANILO GONCALVES DA FONSECA	Aceito
Orçamento	Orcamento_Danilo_assinado.pdf	05/03/2024 06:07:29	DANILO GONCALVES DA FONSECA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TALE_Danilo.pdf	05/03/2024 06:06:34	DANILO GONCALVES DA FONSECA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_Danilo.pdf	05/03/2024 06:06:21	DANILO GONCALVES DA FONSECA	Aceito
Cronograma	Cronograma_Danilo_assinado.pdf	05/03/2024 06:05:29	DANILO GONCALVES DA FONSECA	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_de_Pesquisa_PROFEPT2024_DANILO_GONCALVES_DA_FONSECA.pdf	05/03/2024 06:04:52	DANILO GONCALVES DA FONSECA	Aceito
Folha de Rosto	folhaDeRosto_Danilo_assinado.pdf	05/03/2024 06:03:58	DANILO GONCALVES DA FONSECA	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Endereço: CAMPUS NORTE SGAN Quadra 609 módulo D Av. L2 Norte
Bairro: Asa Norte **CEP:** 70.830-404
UF: DF **Município:** BRASILIA
Telefone: (61)3962-4682 **E-mail:** cep@iesb.br

Continuação do Parecer: 6.812.895

BRASILIA, 09 de Maio de 2024

Assinado por:
Ana Rita Coutinho Xavier Naves
(Coordenador(a))

Endereço: CAMPUS NORTE SGAN Quadra 609 módulo D Av. L2 Norte

Bairro: Asa Norte **CEP:** 70.830-404

UF: DF **Município:** BRASILIA

Telefone: (61)3962-4682 **E-mail:** cep@iesb.br

ANEXO G - FICHA DE VALIDAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICA TECNOLÓGICA (PTT) - PROFEPT



MESTRADO EM EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA | PROFÉPT COORDENAÇÃO
ACADÊMICA NACIONAL | CAN - GESTÃO 2022/2025

IDENTIFICAÇÃO

Instituição Associada:	Instituto Federal de Brasília – IFB
Discente:	Danilo Gonçalves da Fonseca
Produto/Processo Educacional:	Ment3c: Mentores Críticos e Criativos em trabalho Compartilhado
Dissertação:	Ment3c: uma estratégia digital para desenvolvimento do pensamento crítico e criativo em matemática com o uso de atividades compartilhadas de elaboração e resolução de problemas
Orientador (a):	Mateus Gianni Fonseca
Área de Concentração:	Educação Profissional e Tecnológica
Linha de Pesquisa:	Práticas educativas em Educação Profissional e Tecnológica (EPT)
Macroprojeto	Macroprojeto 1

TIPOS DE PRODUTOS TÉCNICO TECNOLÓGICOS

	PTT1: Material didático/instrucional
	PTT2: Curso de formação profissional
	PTT3: Tecnologia social
x	PTT4: Software/Aplicativo
	PTT5: Evento Organizados
	PTT6: Relatório Técnico
	PTT7: Acervo
	PTT8: Produto de comunicação
	PTT9: Manual/Protocolo
	PTT10: Carta, mapa ou similar

CRITÉRIOS			
		Sim	Não
Aderência	À pesquisa	X	
	À linha de pesquisa do Programa	X	
	Área de concentração do Programa	X	
	Ao macroprojeto	X	
Replicabilidade	O PE pode ser repetido, mesmo com adaptações, em diferentes contextos daquele em que ele foi produzido?	X	
Registro	Possibilidade de registro/depósito de propriedade intelectual	X	

IMPACTO	
X	Alto - PTT gerado no Programa, aplicado e transferido para um sistema, no qual seus resultados, consequências ou benefícios são percebidos pela sociedade.
	Médio - PTT gerado no Programa, aplicado no sistema, mas não foi transferido para algum segmento da sociedade.
	Baixo - PTT gerado apenas no âmbito do Programa e não foi aplicado nem transferido para algum segmento da sociedade.
IMPACTO - DEMANDA	
X	Demanda espontânea
	Demanda contratada
	Demanda por concorrência (ex. Edital)
IMPACTO - OBJETIVO DA PESQUISA	
	Experimental
	Sem um foco de aplicação inicialmente definido
X	Solução de um problema previamente identificado

ABRANGÊNCIA TERRITORIAL	
	Local
	Regional
X	Nacional
	Internacional
INOVAÇÃO	
X	Alto teor inovativo (desenvolvido com base em conhecimento inédito).
	Médio teor inovativo
	Baixo teor inovativo
	Sem inovação aparente
COMPLEXIDADE (Mais de um item pode ser marcado)	

X	O PE é concebido a partir da observação e/ou da prática do profissional e está atrelado à questão de pesquisa da dissertação.
X	A metodologia apresenta clara e objetivamente a forma de aplicação e análise do PE
X	Há uma reflexão sobre o PE com base nos referenciais teórico e teórico-metodológico empregados na respectiva dissertação.
X	Há apontamentos sobre os limites de utilização do PE.
APLICABILIDADE	
	PE tem características de aplicabilidade a partir de protótipo/piloto, mas não foi aplicado durante a pesquisa.
	PE tem características de aplicabilidade a partir de protótipo/piloto e foi aplicado durante a pesquisa, exigível para o mestrado.
X	PE foi aplicado em diferentes ambientes/momentos e tem potencial de replicabilidade face à possibilidade de acesso e descrição.
ESTÁGIO DA TECNOLOGIA	
	Piloto/protótipo
	Em teste
X	Finalizado/implantado
	Não se aplica
ACESSO	
	PE sem acesso.
	PE com acesso via rede fechada.
X	PE com acesso público e gratuito.
	PE com acesso público e gratuito pela página do Programa.
	PE com acesso por Repositório institucional com acesso público e gratuito.

PANORAMA SOBRE A ABRANGÊNCIA E/OU A REPLICABILIDADE DO PTT

O produto foi gerado a partir da pesquisa desenvolvida junto a estudantes do EMI do IFB. Entretanto, por ser um recurso digital com acesso via internet, pode ser utilizado com dinâmica similar em diferentes espaços e com diferentes modalidades de ensino.

Até 255 caracteres

DESCRIÇÃO DO TIPO DE IMPACTO DO PTT


O produto contribui para a educação básica, uma vez que estimula foi elaborado com a finalidade específica de desenvolver o pensamento crítico e criativo em matemática dos estudantes. Além disso, ainda pode ser utilizado para estratégias de formação inicial e continuada de professores, na medida que sua aplicação demanda o aprofundamento de conceitos como de pensamento crítico e criativo em matemática e elaboração e resolução de problemas.

Até 255 caracteres

ASSINATURA DOS MEMBROS DA BANCA

Documento assinado digitalmente
 **MATEUS GIANNI FONSECA**
 Data: 01/10/2025 17:53:43-0300
 Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Documento assinado digitalmente
 **CLEYTON HERCULES GONTIJO**
 Data: 01/10/2025 17:58:44-0300
 Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Presidente da banca	
Membro interno ProfEPT/IA	<p>Documento assinado digitalmente  SIMONE BRAZ FERREIRA GONTIJO Data: 02/10/2025 08:29:58-0300 Verifique em https://validar.it.gov.br</p>
Membro externo	
Data da defesa	30/9/2025

Ficha elaborada a partir de:

1. Documento de Área Ensino CAPES. Disponível em: https://www.gov.br/capes/pt-br/centrais-de-conteudo/ORIENTACOES_REGISTRO_PRODUCAO_TECNICA_TECNOLOGICA_ENSINO.pdf. Acesso em 08 nov. 2022.
2. RIZZATTI, et al. Os produtos e processos educacionais dos programas de pós-graduação profissionais: proposições de um grupo de colaboradores. **ACTIO**, Curitiba, v. 5, n. 2, p. 1-17, mai./ago. 2020. Disponível em: http://profqui.sites.uff.br/wp-content/uploads/sites/334/2020/09/Artigo_Os-Prod.-Educ.-dos-PPG-profissionais.pdf. Acesso em 08 nov. 2022.