



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
PRÓ REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

DENILSON RIVELINO DE ANDRADE

AVALIAÇÃO DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE FRAÇÃO A
PARTIR DO DESENVOLVIMENTO DE MATERIAIS AUTORAIS DIGITAIS
EDUCACIONAIS

FORTALEZA

2025

DENILSON RIVELINO DE ANDRADE

AVALIAÇÃO DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE FRAÇÃO A PARTIR
DO DESENVOLVIMENTO DE MATERIAIS AUTORAIS DIGITAIS EDUCACIONAIS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (ENCIMA), da Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática. Área de concentração: Ensino de Ciências e Matemática.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Luciana de Lima.

FORTALEZA

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- A566a Andrade, Denilson Rivelino de.
 Avaliação de sequência didática para o ensino de fração a partir do desenvolvimento de materiais
 autorais digitais educacionais / Denilson Rivelino de Andrade. – 2025.
 191 f. : il. color.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação,
 Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Fortaleza, 2025.
 Orientação: Profa. Dra. Luciana de Lima.
1. Tecnodocência. 2. Construcionismo. 3. Jogos no ensino de matemática. 4. Frações. 5. Wordwall. I.
 Título.

CDD 370.7

DENILSON RIVELINO DE ANDRADE

AVALIAÇÃO DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE FRAÇÃO A PARTIR
DO DESENVOLVIMENTO DE MATERIAIS AUTORAIS DIGITAIS EDUCACIONAIS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (ENCIMA), da Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática. Área de concentração: Ensino de Ciências e Matemática.

Aprovada em: 30/07/2025.

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª. Dr^ª. Luciana de Lima (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof^ª. Dr^ª. Marina Duarte Pinto Lobo
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof^ª. Dr^ª. Pablyana Leila Rodrigues da Cunha
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus.

À minha esposa Márcia e meu filho Artur.

A meus pais Socorro e Francisco.

A Heliane e Galvão.

AGRADECIMENTOS

Inicialmente, quero expressar minha gratidão a Deus por esta conquista, sabendo que sem Ele nada sou.

Gostaria de agradecer infinitamente à minha orientadora, Profa. Dra. Luciana de Lima, por aplainar um caminho que por vezes parecia espinhoso, transformando-o com tranquilidade, paciência e sabedoria. Sua orientação foi essencial para o desenvolvimento e aprimoramento da pesquisa. Meu crescimento profissional, acadêmico e pessoal foi modificado por cada ensinamento. Gostaria de agradecer a Profa. Dra. Maria Goretti (*in memoriam*), por modificar o percurso de meu sonho e ao Prof. Dr. Thiago, que poética e humanamente, iluminou a pesquisa.

Agradeço aos membros da banca examinadora, Profa. Dra. Pablyana e a Profa. Dra. Marina por dedicarem seu tempo para avaliar este trabalho. Suas contribuições e sugestões foram valiosas para o aprimoramento da pesquisa.

Agradeço, ainda, aos professores do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática (ENCIMA), por todo conhecimento compartilhado e aos colegas de mestrado, por sonharmos juntos. Agradeço à Escola Municipal Professor Ernesto Gurgel, colegas professores, todo o núcleo gestor e aos estudantes participantes da pesquisa que gentilmente dedicaram e compartilharam tempo e esforço no desenvolvimento deste trabalho.

Quero agradecer, imensamente, aos meus familiares e amigos que estiveram comigo torcendo por cada vitória acadêmica. Minha esposa Márcia e meu filho Artur, por permitir dividir o tempo com a pesquisa, meus pais Socorro e Francisco por sempre apoiar meus sonhos, meus sogros Heliane e Galvão por abençoarem meu voo, vocês são motivos de bênçãos em minha vida.

“Não vos preocupeis, pois, com o dia de amanhã: o dia de amanhã terá as suas preocupações próprias. A cada dia basta o seu cuidado” (Bíblia Sagrada, Mt, 6, 34, p. 1187).

RESUMO

As diversas formas de apresentação, bem como o distanciamento escolar em relação ao cotidiano, são as maiores dificuldades relacionadas ao ensino, aprendizagem e avaliação do conteúdo de fração. Vivendo em um mundo tecnológico, do qual a geração dos estudantes pertence à cibercultura, tem-se uma justificativa plausível para a pesquisa. Apresenta-se como objetivo avaliar de que forma a aplicação de uma proposta de sequência didática, pautada nos pressupostos teóricos do construcionismo e da tecnodocência para o desenvolvimento de Materiais Autorais Digitais Educacionais (MADEs), influencia no processo de aprendizagem de conceitos e procedimentos de fração. Classifica-se como qualitativa, exploratória e de intervenção, fundamentando-se na proposta metodológica da Pesquisa Baseada em Design (DBR). A aplicação da pesquisa ocorreu com 22 estudantes do 8º ano do Ensino Fundamental, matriculados em escola pública de Fortaleza, no turno vespertino. A pesquisa está concebida em seis etapas pautadas na proposta da DBR, intituladas: focar, compreender, conceber, aplicar, avaliar e redesenhar. As três primeiras etapas destinam-se ao estudo da base teórica e à composição da sequência didática (SD). A quarta etapa destina-se à coleta de dados, com aplicação de seis instrumentos, dentre eles: o questionário inicial, o relatório de observação e o questionário final. Na quinta etapa, é trabalhada a análise de dados de forma interpretativa, com base em estatística descritiva e adaptação da análise textual discursiva, por meio da análise da qualidade da SD, da descrição do perfil dos estudantes e da análise dos resultados de aprendizagem. Na sexta etapa, são propostas modificações na SD por meio de redesenhos pautados nos resultados das etapas anteriores. A SD trouxe contribuições favoráveis, colocando a maioria dos alunos em processo de aprendizagem, mostrando que tiveram mais facilidade em identificar frações do que em defini-las, além de compreenderem melhor os procedimentos de cálculo de frações com denominadores iguais. Com o redesenho da SD, pretende-se reaplicá-la em diferentes contextos de pesquisa.

Palavras-chave: tecnodocência; construcionismo; jogos no ensino de matemática; frações; wordwall.

ABSTRACT

The various forms of presentation, as well as the distance between school and everyday life, are the greatest difficulties related to teaching, learning, and assessing fraction content. Living in a technological world, in which the student generation belongs to cyberculture, there is a plausible justification for the research. The objective is to evaluate how the application of a didactic sequence proposal, based on the theoretical assumptions of constructionism and technodocence for the development of Digital Educational Authorial Materials (MADEs), influences the learning process of fraction concepts and procedures. It is classified as qualitative, exploratory, and interventionist, based on the methodological proposal of Design-Based Research (DBR). The research was conducted with 22 eighth-grade students enrolled in a public school in Fortaleza, in the afternoon shift. The research is designed in six stages based on the DBR proposal, entitled: focus, understand, design, apply, evaluate, and redesign. The first three stages are intended for the study of the theoretical basis and the composition of the didactic sequence (DS). The fourth stage is for data collection, using six instruments, including: the initial questionnaire, the observation report, and the final questionnaire. In the fifth stage, data analysis is carried out in an interpretive manner, based on descriptive statistics and adaptation of discursive textual analysis, through the analysis of the quality of the DS, the description of the students' profile, and the analysis of learning outcomes. In the sixth stage, modifications to the DS are proposed through redesigns based on the results of the previous stages. The SD brought favorable contributions, putting most students in the learning process, showing that they had more difficulty identifying fractions than defining them, in addition to better understanding the procedures for calculating fractions with equal denominators. With the redesign of the SD, the intention is to reapply it in different research contexts.

Keywords: technoteaching; constructionism; games in mathematics education; fractions; wordwall.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Frações unitárias.....	30
Figura 2 – Símbolos e leituras.....	30
Figura 3 – Olho de Hórus e representação fracionária.....	31
Figura 4 – Cálculo do M.M.C. de 360, 150, 45.....	33
Figura 5 – Adição e subtração de frações com mesmo denominador.....	33
Figura 6 – Adição e subtração de frações com denominadores diferentes.....	34
Figura 7 – Caracterização das etapas da pesquisa.....	57
Figura 8 – Caracterização da etapa 3 – conceber.....	61
Figura 9 – Caracterização da etapa 5 – avaliar.....	66
Figura 10 – Análise dos resultados de aprendizagem.....	69
Figura 11 – Aplicação do questionário inicial.....	87
Figura 12 – Estudantes com o jogo no <i>software wordwall</i>	88
Figura 13 – Parte 1 roteiro MADE.....	97
Figura 14 – Concepção dos MADEs.....	98
Figura 15 – Parte 2 roteiro do MADE.....	98
Figura 16 – Roteirização dos MADEs 1.....	99
Figura 17 – Roteirização dos MADEs 2.....	100
Figura 18 – Print de questão do MADE Grupo1.....	100
Figura 19 – Print de questão do MADE Grupo2.....	101
Figura 20 – Print de questão do MADE Grupo3.....	101
Figura 21 – Print de questão do MADE Grupo4.....	102
Figura 22 – Print de questão do MADE Grupo5.....	102
Figura 23 – Testagem preliminar dos MADEs.....	103
Figura 24 – Avaliação dos MADEs.....	105
Figura 25 – Socialização dos MADEs.....	106
Figura 26 – Respostas dos estudantes.....	106
Figura 27 – Aprendizagem do conteúdo de fração.....	136
Figura 28 – Parte geral da sequência didática.....	137
Figura 29 – Parte específica da sequência didática.....	138

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Idade dos sujeitos da pesquisa.....	80
Gráfico 2 – Gênero dos sujeitos da pesquisa.....	80
Gráfico 3 – Tipo de equipamento digital.....	81
Gráfico 4 – Uso do equipamento digital.....	82
Gráfico 5 – Frequência do uso do equipamento digital.....	82
Gráfico 6 – Uso de <i>software</i> na escola.....	83
Gráfico 7 – Ações na internet.....	84
Gráfico 8 – Categorização das respostas sobre o conceito de fração no GI.....	89
Gráfico 9 – Categorização das respostas sobre a identificação do conceito de fração em contexto prático no GI.....	90
Gráfico 10 – Categorização das respostas sobre o conceito de frações equivalentes no GI.....	91
Gráfico 11 – Categorização das respostas sobre a identificação do conceito de fração equivalente em contexto prático no GI.....	92
Gráfico 12 – Categorização das respostas de problemas sobre adição de frações com denominadores iguais no GI.....	94
Gráfico 13 – Categorização das respostas de problemas sobre adição de frações com denominadores diferentes no GI.....	95
Gráfico 14 – Aprendizagem do conteúdo de fração.....	107
Gráfico 15 – Dificuldade na aprendizagem de fração.....	107
Gráfico 16 – Superação da dificuldade na aprendizagem de fração.....	108
Gráfico 17 – Dedicção à proposta da SD.....	108
Gráfico 18 – Aprovação da experiência com a SD.....	109
Gráfico 19 – Sugestão para a melhoria da SD.....	110
Gráfico 20 – Categorização das respostas sobre o conceito de fração no GI e no GF.....	112
Gráfico 21 – Categorização das respostas dos estudantes em relação a classificação da aprendizagem	113
Gráfico 22 – Categorização das respostas sobre identificação de fração no GI e no GF..	115
Gráfico 23 – Categorização das respostas dos estudantes em relação a classificação da aprendizagem.....	115

Gráfico 24 – Categorização das respostas sobre o Conceito de Frações Equivalentes no QI e no QF.....	119
Gráfico 25 – Categorização das respostas dos estudantes em relação a classificação da aprendizagem	119
Gráfico 26 – Categorização das respostas sobre Identificação de Frações Equivalentes no QI e no QF.....	122
Gráfico 27 – Categorização das respostas dos estudantes em relação a classificação da aprendizagem	122
Gráfico 28 – Categorização das respostas sobre adição de Fração com denominadores iguais no QI e no QF	125
Gráfico 29 – Categorização das respostas dos estudantes em relação ao Procedimento de problemas sobre adição de Fração com denominadores iguais.....	126
Gráfico 30 – Categorização das respostas sobre adição de Fração com denominadores diferentes no QI e no QF	129
Gráfico 31 – Categorização das respostas dos estudantes em relação ao procedimento de problemas sobre adição de Fração com denominadores diferentes.....	130

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	– Critérios de avaliação da qualidade da SD.....	67
Quadro 2	– Resumo das categorias e subcategorias de acordo com o conteúdo.....	70
Quadro 3	– Avaliação da aprendizagem dos estudantes.....	71
Quadro 4	– Síntese metodológica.....	74
Quadro 5	– Análise da aplicabilidade da SD.....	76
Quadro 6	– Análise da fidelidade da SD.....	77
Quadro 7	– Análise da clareza da SD.....	78
Quadro 8	– Análise da qualidade da SD.....	79
Quadro 9	– Respostas dos estudantes sobre conceito de fração no GI.....	89
Quadro 10	– Respostas dos estudantes sobre conceito de fração equivalente no GI.....	92
Quadro 11	– Jogos desenvolvidos pelos grupos	105
Quadro 12	– Exemplos das escritas dos estudantes que entraram em superação vinculada a definição de fração.....	113
Quadro 13	– Exemplos das escritas dos estudantes que entraram em estagnação vinculada a definição de fração.....	114
Quadro 14	– Exemplos das escritas dos estudantes que entraram em superação vinculada a identificação de fração.....	116
Quadro 15	– Exemplos das escritas dos estudantes que entraram em aprofundamento vinculada a identificação de fração.....	116
Quadro 16	– Exemplos das escritas dos estudantes que entraram em retrocesso vinculada a identificação de fração.....	117
Quadro 17	– Exemplos das escritas dos estudantes que entraram em oscilação vinculada a identificação de fração.....	117
Quadro 18	– Exemplos das escritas dos estudantes que entraram em estagnação vinculada a identificação de fração.....	117
Quadro 19	– Exemplos das escritas dos estudantes que entraram em finalização vinculada a identificação de fração.....	118
Quadro 20	– Exemplos das escritas dos estudantes que entraram em superação vinculada a definição de frações equivalentes.....	120

Quadro 21 – Exemplos das escritas dos estudantes que entraram em retrocesso vinculada a definição de frações equivalentes.....	120
Quadro 22 – Exemplos das escritas dos estudantes que entraram em finalização de aprendizagem vinculada ao conceito de frações equivalentes.....	121
Quadro 23 – Exemplos das escritas dos estudantes que entraram em superação vinculada a identificação de frações equivalentes.....	123
Quadro 24 – Exemplos das escritas dos estudantes que entraram em retrocesso vinculada a identificação de frações equivalentes.....	123
Quadro 25 – Exemplos das escritas dos estudantes que entraram em oscilação vinculada a identificação de frações equivalentes.....	124
Quadro 26 – Exemplos das escritas dos estudantes que entraram em estagnação vinculada a identificação de frações equivalentes.....	124
Quadro 27 – Exemplos das escritas dos estudantes que entraram em superação vinculada ao procedimento dos problemas sobre adição de frações com denominadores iguais.....	126
Quadro 28 – Exemplos das escritas dos estudantes que entraram em retrocesso vinculada ao procedimento dos problemas sobre adição de frações com denominadores iguais.....	127
Quadro 29 – Exemplos das escritas dos estudantes que entraram em finalização vinculada ao procedimento dos problemas sobre adição de frações com denominadores iguais.....	128
Quadro 30 – Exemplos das escritas dos estudantes que entraram em superação vinculada ao procedimento dos problemas sobre adição de frações com denominadores diferentes.....	130
Quadro 31 – Exemplos das escritas dos estudantes que entraram em retrocesso vinculada ao procedimento dos problemas sobre adição de frações com denominadores diferentes.....	131
Quadro 32 – Exemplos das escritas dos estudantes que estagnaram vinculada ao procedimento dos problemas sobre adição de frações com denominadores diferentes.....	131

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Número de obras encontradas por descritor.....	49
Tabela 2 – Quantitativo do estudo bibliográfico por área de conhecimento.....	59

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AEE	Atendimento Educacional Especializado
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
CNS	Conselho Nacional de Saúde
DBR	Pesquisa Baseada em Design ou <i>Design Based Research</i>
EaD	Educação a distância
EMP	Educação Matemática Pesquisa
EMR	Educação Matemática em Revista
ENCIMA	Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática
GET	Grupo de Estudos em Tecnodocência
IC	Indicadores Conceituais
IP	Indicadores Procedimentais
LIFE	Laboratório Interdisciplinar de Formação de Educadores
MADEs	Materiais Autorais Digitais Educacionais
MMC	Mínimo Múltiplo Comum
MS	Ministério da Saúde
PCNs	Parâmetros Curriculares Nacionais
SD	Sequência Didática
SMD	Sistemas e Mídias Digitais
TALE	Termo de Assentimento Livre e Esclarecido
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TDICs	Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação
UFC	Universidade Federal do Ceará

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	18
1.1	Histórico do autor.....	18
1.2	Problemática.....	19
1.3	Justificativa.....	21
1.4	Perguntas.....	24
1.4.1	<i>Pergunta principal.....</i>	24
1.4.2	<i>Perguntas secundárias.....</i>	24
1.5	Resumo dos capítulos.....	25
2	OBJETIVOS.....	27
2.1	Objetivo geral.....	27
2.2	Objetivos específicos	27
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	29
3.1	Aspectos epistemológicos e ontológicos sobre fração	29
3.2	Aspectos epistemológicos e ontológicos sobre jogo e <i>software wordwall</i>.....	36
3.3	Aspectos epistemológicos e ontológicos do construcionismo, da tecnodocência e do MADE	39
3.4	O ensino de fração fazendo uso de jogos digitais no contexto construcionista.....	48
4	METODOLOGIA.....	54
4.1	Aspectos éticos e legais da pesquisa.....	54
4.2	Delineamento e tipo de pesquisa.....	55
4.3	Etapas da pesquisa.....	57
4.3.1	<i>Etapa 1 – focar.....</i>	58
4.3.2	<i>Etapa 2 – compreender.....</i>	58
4.3.3	<i>Etapa 3 – conceber.....</i>	59
4.3.4	<i>Etapa 4 – aplicar.....</i>	63
4.3.4.1	<i>Sujeitos da pesquisa.....</i>	63
4.3.4.2	<i>Contextualização do locus da pesquisa.....</i>	64
4.3.5	<i>Etapa 5 – avaliar.....</i>	65
4.3.5.1	<i>Análise da qualidade da sequência didática</i>	66
4.3.5.2	<i>Descrição do perfil dos estudantes</i>	68

4.3.5.3	<i>Análise dos resultados de aprendizagem.....</i>	68
4.3.6	<i>Etapa 6 – redesenhar.....</i>	73
4.4	Síntese metodológica.....	74
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	76
5.1	Análise da qualidade da sequência didática.....	76
5.1.1	<i>Aplicabilidade da sequência didática.....</i>	76
5.1.2	<i>Fidelidade da sequência didática.....</i>	77
5.1.3	<i>Clareza da sequência didática.....</i>	78
5.1.4	<i>Conclusão sobre a qualidade da sequência didática.....</i>	79
5.2	Descrição do perfil dos sujeitos.....	79
5.2.1	<i>Dados pessoais.....</i>	79
5.2.2	<i>Dados tecnológicos digitais.....</i>	81
5.2.3	<i>Dados tecnológicos digitais específicos.....</i>	84
5.3	Análise dos resultados de aprendizagem.....	85
5.3.1	Apresentação da pesquisa - intervenções 1 a 3.....	86
5.3.1.1	<i>Indicadores de aprendizagem.....</i>	88
5.3.1.1.1	Conceito 1 – fração.....	88
5.3.1.1.2	Conceito 2 – frações equivalentes.....	91
5.3.1.1.3	Procedimento 1 – problemas sobre adição de frações com denominadores iguais	93
5.3.1.1.4	Procedimento 2 – problemas sobre adição de frações com denominadores diferentes.....	94
5.3.2	Apresentação da pesquisa - intervenções 4 a 7.....	97
5.3.3	Avaliação do MADE e socialização - intervenções 8 e 9.....	104
5.3.4	Aplicação do questionário final - intervenção 10.....	110
5.3.4.1	<i>Indicadores de aprendizagem conceitual.....</i>	111
5.3.4.1.1	Conceito 1 – fração.....	111
5.3.4.1.2	Conceito 2 – frações equivalentes.....	118
5.3.4.1.3	Procedimento 1 – problemas sobre adição de frações com denominadores iguais.....	125
5.3.4.1.4	Procedimento 2 – problemas sobre adição de Frações com denominadores diferentes.....	128
5.4	Sugestões de redesenho.....	132

6	PRODUTO EDUCACIONAL.....	135
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	139
	REFERÊNCIAS.....	142
	APÊNDICE A – TABELA DE INDICADORES DE APRENDIZAGEM.....	150
	APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO INICIAL.....	153
	APÊNDICE C – RELATÓRIO DE OBSERVAÇÃO	157
	APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO FINAL.....	164
	APÊNDICE E – ROTEIRO DO MADE.....	167
	APÊNDICE F – RELATÓRIO DOS MADES.....	170
	APÊNDICE G – RELATÓRIO TESTAGEM PRELIMINAR DO MADE...	173
	APÊNDICE H – RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO DO MADE.....	176
	APÊNDICE I – QUESTIONÁRIO DE AUTOAVALIAÇÃO.....	178
	APÊNDICE J – TABELA DE INDICADORES DE QUALIDADE DA SEQUÊNCIA.....	181
	APÊNDICE K – RELATÓRIO DO PERSONOGRÁFICO.....	182
	APÊNDICE L – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	183
	APÊNDICE M – TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	185
	ANEXO A – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP.....	187

1 INTRODUÇÃO

“Ninguém é tão pobre que não possa ajudar, e ninguém é tão rico que não precise de ajuda. Ninguém é tão sábio que não precise aprender, ninguém tão sem luz que não tenha o que ensinar” (Dom Hélder Câmara).

Este capítulo introdutório tem como objetivo, apresentar a pesquisa que resultou na escrita desta dissertação, fruto do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal do Ceará. Para isso, faz-se necessário indicar em que a investigação se sustenta e como ela pode contribuir com novas discussões e pesquisas sobre a temática abordada ao longo desta escrita.

1.1 Histórico do autor

A trajetória do pesquisador, enquanto professor, inicia-se a partir de 1997, quando começa a lecionar na rede pública estadual de ensino do Ceará, ainda graduando, na condição de professor temporário, durante cinco anos, bem como na rede privada de ensino. Em 2016, o pesquisador, licenciado em matemática, inicia carreira como professor efetivo na rede municipal de ensino de Fortaleza. Diante dos primeiros desafios encontrados, principalmente, daqueles relativos às dificuldades de aprendizagem dos estudantes, foi percebido que o aprimoramento da formação docente se tornaria uma constante inquietação na vida profissional.

Esta inquietude, o fez ingressar no Curso de Especialização em Qualificação do Ensino de Matemática ofertado pela Universidade Federal do Ceará. Os módulos ofertados pelo curso proporcionaram novas perspectivas metodológicas, além da oportunidade de desenvolver um trabalho de reflexão coletiva com pessoas, tanto da área de matemática quanto de ciências.

Contudo, a história de vida do professor foi fundamental para que o olhar de educador não se detivesse na dimensão cognitiva e na mera transmissão de objetos de conhecimento, afinal nascido na periferia, conhece de perto o contexto social de crianças e jovens de comunidades carentes. Sendo assim, a dimensão afetiva de um indivíduo se revela também decisiva para seu crescimento pessoal, intelectual e social.

Desta forma, antes de abordar conteúdo ou aplicar metodologias inovadoras, busca-

se primeiro interrogar os estudantes sobre suas vidas e seus sonhos. Uma pergunta interna sempre o inquietava, pois ao olhar para eles, se haviam, por exemplo, comido alguma coisa naquele dia, ou que tipo de problemas familiares ou emocionais estavam vivenciando. Enfim, o professor tinha consciência que estava diante de sujeitos com trajetórias singulares, mesmo que compartilhassem alguns desafios comuns. Cada criança, cada adolescente, havia construído ao longo de sua vida, uma maneira própria de interpretar, aprender e agir no mundo.

Ao longo de 25 anos de magistério, é perceptível como a globalização foi impulsionada por avanços tecnológicos, principalmente, no campo da comunicação, dando origem às redes sociais digitais. A comunicação virtual, passou a formar um novo ambiente de relacionamento, permitindo que milhões de pessoas se comuniquem e compartilhem dados de vários lugares do planeta a uma velocidade nunca alcançada pelas civilizações. Esse novo ambiente virtual foi definido como ciberespaço (Levy, 1997). Hoje, os estudantes fazem parte da primeira geração que nasceu em um mundo conectado virtualmente, em que o acesso ao ciberespaço foi possibilitado ao alcance da mão via *smartphones*. Desta forma, torna-se cada vez mais presente incorporar as tecnologias digitais no processo de ensino e aprendizagem.

Tanto na rede privada quanto na pública, a aprendizagem de matemática no contexto fracionário sempre foi alvo de desafios, visto que os diversos conceitos e operações ensinados na escola divergem dos conhecimentos propostos pelo mundo do cotidiano, deixando de fora os estudantes que deveriam ser os construtores de conhecimento. A aprendizagem bancária, perpetua-se mesmo diante de um mundo tecnológico. Em busca dessa mudança, o professor-pesquisador propõe-se a investigar conceitos mais próximos da realidade dos estudantes, e os jogos digitais surgem como um campo promissor, tornando os estudantes autores e construtores de seu próprio conhecimento.

1.2 Problemática

Os antepassados humanos, há milhares de anos, viviam em grupos pequenos nas cavernas, alimentando-se de pesca e caça. Não conheciam números, mesmo assim, deixaram demarcações em paredes ou ossos. Com o passar do tempo, mudanças aconteceram, após o surgimento do fogo, aprenderam a cozinhar seus alimentos, bem como se aquecer. Os homens resolveram plantar, criar animais e, como nômades, procuravam terras férteis, próximo às margens de rios e lagos. Necessitavam então, de uma forma de contagem para controle do rebanho. Esta contagem consistia na utilização de uma pedra para cada animal.

Segundo a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), é necessário “reconhecer a matemática como ciência humana, fruto de suas necessidades e preocupações de diferentes momentos históricos” (Brasil, 2017, p. 265). D’Ambrósio (2001), afirma que a aula e o ensino de matemática devem promover uma formação crítica a fim de que o estudante possa intervir e compreender o meio que vive. Freire (1974, p. 59), diverge do ensino onde o “educador é o que sabe; educando, os que não sabem”. Mendes (2009), identifica que a história da matemática pode fortalecer os conhecimentos, servindo de auxílio para as diversas indagações relativas à utilidade da matemática no cotidiano. D’Ambrósio (1999), corrobora essa perspectiva, quando afirma que a história da matemática, pode e deve estar presente na sala de aula de diferentes maneiras. A BNCC confirma a importância da “História da Matemática como recurso que pode despertar interesse e representar um contexto significativo para aprender e ensinar Matemática” (Brasil, 2017, p. 296).

Quando os números da época não representam em sua totalidade o cotidiano das pessoas, surge a necessidade de criar formas de representar os problemas existentes. Aparecem as diversas formas de apresentar a quantidade não inteira, frações e formas decimais. Inicialmente no Egito, com as águas do rio Nilo avançando e derrubando as cercas que demarcavam os limites das terras, houve a necessidade de remarcar estes limites. Os agrimensores esticavam cordas com nós, mas algumas vezes a quantidade não era inteira, surgindo então a fração.

Qual o conceito, a definição e as formas de representação de frações existentes? Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) (Brasil, 1998) e a BNCC (Brasil, 2017), é importante trabalhar as diferentes formas de contextos e representações. Dante (2013), define fração como parte do todo, enquanto Giovanni, Castrucci e Giovanni Júnior (2002, p. 133), define-a como “a expressão a/b , sendo a e b número naturais, com $b \neq 0$ ”, representando um número racional escrito na forma fracionária. E os estudantes como enxergam este conteúdo e o que realmente aprendem e utilizam em seu cotidiano? Os alunos acordam e já utilizam a matemática, olhando o relógio, andando ou comprando algo para levar à escola. É possível que estes valores sejam não inteiros “quebrados” e necessitam de valores fracionários.

Para Freire (1994, p 49), “o que sei é que, se foi difícil resolver, na escola, certos problemas de aritmética, nenhuma dificuldade tive em aprender a calcular o tempo necessário para que as bananas amadurecessem”. Na escola, o conteúdo se mostra distante da realidade destes. O currículo, apresenta as diversas formas de apresentação de fração, seja em sua forma decimal, de porcentagem ou mesmo forma de desenho. Terão que aprender as operações nas

formas mais diversas com suas equivalências e simplificações, o que torna a aprendizagem lenta e desinteressante. Constatase, portanto, que o estudo de frações, seja conceitual, seja procedimental, com cálculos envolvendo a adição e a subtração de frações com denominadores iguais ou diferentes ainda, na contemporaneidade, trata-se de assunto de difícil compreensão por estudantes da Educação Básica.

Para Scheffer e Powell (2020), o ensino de frações assume importância ao desenvolver o pensamento algébrico. Diante destas dificuldades, a utilização de materiais, sejam manipuláveis ou materiais digitais, pode ampliar o significado e o interesse na aprendizagem, além de uma aproximação entre professor e estudante.

Segundo Freire (2011, p. 112), “conhecer é interferir na realidade conhecida”. Diante do exposto, a educação é a ponte transformadora que pode modificar a sociedade. Trabalhando com estudantes com dificuldades das mais diversas realidades, incluindo a alimentação, não é possível esquecer que estes possuem e trazem histórias que podem ser incluídas na aprendizagem. Parafraseando Mathias (2015, p. 3), “é por isso que não me sinto professor de matemática, mas sim PELA matemática”, o que é possível fazer para modificar a realidade de cada um dos estudantes? Afinal de contas, é preciso devolver para os estudantes o que também se aprende com eles, concordando com Freire (1996, p. 25) “quem ensina aprende ao ensinar e quem aprende ensina ao aprender.”

Pitágoras (V, a.C.), desenvolveu as notas musicais e cada um dos sons dessas que aparecem em cada música representa um som mais agudo ou grave, para isto fez o uso de frações. Corrobora-se Mathias (2015, p. 3) “ser professor é muito mais do que apenas ensinar conteúdos, é educar por meio deles”. Interferindo na realidade dos estudantes, acrescentando e transformando o conceito e as operações de fração, no cotidiano com a utilização de material educacional.

1.3 Justificativa

A partir da metade do século XX, a escola ocupou um papel central na vida das pessoas, diante das atividades diárias dos estudantes. A educação deve ser uma área em constante progresso. Para Lima e Loureiro (2019), a integração entre docência e TDICs, além de favorecer a aprendizagem dos estudantes, desenvolve no professor, um olhar crítico e reflexivo a partir do acompanhamento do desenvolvimento de Materiais Autorais Digitais Educacionais (MADEs) pelos próprios estudantes, mediando o processo de aprendizagem.

Defende-se a ideia, portanto, que a aprendizagem ocorre de forma mais significativa quando o estudante é capaz de produzir seus próprios MADEs, dentre eles, jogos digitais. Segundo Costikyan (1994), jogo é definido como uma arte onde os jogadores tomam decisões a fim de alcançar um objetivo por meio de suas decisões. Salen e Zimmerman (2012), apresentam a definição de jogo, como um sistema onde os participantes se envolvem em um conflito artificial, a partir das regras, determinando um resultado quantificável.

Dentre as diversas plataformas de desenvolvimento de jogos disponíveis na internet, escolheu-se trabalhar com o *software Wordwall*. Segundo Soares *et al.* (2021), o *Wordwall* é um *software on-line* que possui uma significativa variedade de jogos que podem ser utilizados pelos educadores. A ideia, neste trabalho, de utilização do *software Wordwall* vem no sentido de colocar os estudantes no lugar de desenvolvedores de jogos para que criem, desenvolvam e testem os jogos sobre o conteúdo de fração. Hasstenteufel e Zorzi (2021), utilizaram o *software Wordwall* para finalizar com jogos a revisão dos conteúdos de Operações com Frações e Operações com Números Decimais. Os autores descrevem que os estudantes demonstraram entender com facilidade as explicações e no momento de realizarem os exercícios também não apresentavam dificuldades.

Nas competências gerais estabelecidas na BNCC (BRASIL, 2018), observa-se referência aos jogos, como proposto por Papert (2008), em que estudantes da Educação Infantil até o Ensino Médio desenvolvam atitudes positivas, em relação ao conhecimento, pois o que se quer é que o aluno seja ativo e capaz. Segundo Brasil (2017), os alunos precisam valorizar e utilizar os conhecimentos que foram construídos, para que possam continuar aprendendo e colaborando com a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.

Lima e Loureiro (2018), indicam que a formação do professor deve contemplar as necessidades da contemporaneidade e das transformações sociais provenientes do desenvolvimento tecnológico da atualidade. Diante disto, faz-se uso na proposta deste trabalho, dos pressupostos teóricos da tecnodocência, definidos por Lima e Loureiro (2016, p. 2), como “a sistematização de conhecimentos e seus princípios que se aplicam ao planejamento, à construção e à reflexão sobre as TDICs, vinculadas ao estudo epistemológico da ação integrada de ensinar, aprender e avaliar no contexto teórico e prático da docência”.

A tecnodocência, apresenta como objetivo integrar os conteúdos teóricos às atividades práticas da docência com o desenvolvimento de planejamento de MADEs, fazendo uso das TDICs em contexto de ensino e aprendizagem. Dessa forma, a utilização das TDICs passa a ser auxiliadora nas diferentes formas de se construir o conhecimento em sala de aula.

Nesse sentido, Lima e Loureiro (2016), definem MADEs como materiais educacionais desenvolvidos por estudantes utilizando dispositivos digitais, conectados ou não à internet, por meio de um processo amplo de cinco passos que envolve criação, planejamento, execução, reflexão e avaliação. Assim, a criação e o desenvolvimento de MADEs tem se mostrado uma estratégia promissora para promover uma aprendizagem mais significativa dos estudantes.

Dentre as vantagens destacadas na tecnodocência, destaca-se o auxílio ao professor para pensar o uso e o desenvolvimento das TDICs de forma diferenciada, superando a perspectiva das aulas expositivas dialogadas e promovendo práticas que favoreçam a criatividade dos estudantes, o protagonismo e o desenvolvimento da autonomia, esta última, entendida como algo que só pode ser construída pelo próprio sujeito. No entanto, salientam-se algumas desvantagens para a utilização das TDICs na rotina escolar do professor, como exemplo, a falta de infraestrutura da escola, uma vez que nem sempre se dispõe de equipamentos digitais atualizados ou de *internet* rápida; a falta de tempo e espaço no currículo para encaixar as propostas metodológicas inovadoras dentro de um espaço limitado por regras impostas pela própria escola e pela governamentalidade; e, a dificuldade dos alunos compreenderem que vão precisar desenvolver uma nova postura em sala de aula, saindo da ideia de receptores de informações para a condição de produtores de conhecimentos.

É diante dessa perspectiva que se faz necessário investigar, de forma mais aprofundada, o uso dos elementos teóricos do construcionismo e da tecnodocência a partir do desenvolvimento de MADEs, pautados em jogos por meio da criação de sequências didáticas aplicadas em contexto real de sala de aula. Em busca dessa investigação, desenvolve-se uma sequência didática composta por dez intervenções, na qual os estudantes do Ensino Fundamental de escola pública são inseridos em um contexto de desenvolvimento de MADEs, usando o *software Wordwall* para a produção de jogos sobre conceitos e procedimentos de Fração.

Define-se uma sequência didática, de acordo com os pressupostos teóricos de Zabala (2014), como uma unidade de intervenção pedagógica cuja função é atingir objetivos educacionais diante de uma análise da prática educativa a partir de variáveis vinculadas ao processo de aprendizagem dos estudantes. Dessa forma, são definidas estruturas de ensino pautadas em procedimentos e estratégias didático-metodológicas vinculadas à forma de ensinar com base nos referenciais teóricos utilizados na pesquisa. Portanto, na proposta da sequência didática aplicada neste trabalho, organizam-se atividades de ensino vinculadas ao conteúdo de

fração com estudos sobre como os estudantes compreendem seus conceitos e procedimentos quando elaboram seus próprios jogos dentro de um contexto construcionista e tecnodocente.

Segundo Zabala (2014), conceitos são conteúdos vinculados a um conjunto de fatos, objetivos ou símbolos possuindo características comuns, e que descrevem relações de causa e efeito, ou, correlação entre si. Destacam-se, portanto, no conteúdo de fração os conceitos de numerador, denominador, equivalência de frações, e fração propriamente dita. Zabala (2014), define procedimentos como conteúdos vinculados a regras, técnicas, métodos, destrezas, habilidades ou estratégias utilizadas de forma conjunta e ordenada para alcançar um objetivo previsto. Dessa forma, destacam-se no conteúdo de fração, o cálculo das equivalências de frações, ações com a utilização de mínimo múltiplo comum, bem como os cálculos operacionais com adição e subtração de frações com denominadores iguais ou diferentes.

1.4 Perguntas

Diante do exposto, são apresentadas as perguntas de pesquisa utilizadas para a estruturação da investigação, a fim de possibilitar que os estudantes de 8º ano do Ensino Fundamental, utilizando o *software Wordwall*, desenvolvam jogos sobre fração.

1.4.1 Pergunta principal

De que forma a aplicação de uma proposta de sequência didática, pautada nos pressupostos teóricos do construcionismo e da tecnodocência para o desenvolvimento de Materiais Autorais Digitais Educacionais (MADEs), fazendo uso do *software Wordwall* para o desenvolvimento de jogos por estudantes de 8º ano do Ensino Fundamental, influencia no processo de aprendizagem de conceitos e procedimentos de fração?

1.4.2 Perguntas secundárias

- De que forma é possível desenhar uma sequência didática, utilizando como base os pressupostos teóricos do construcionismo e da tecnodocência, a partir do desenvolvimento de MADEs, com o *software wordwall* para o desenvolvimento de jogos?

- Qual é o nível de qualidade da sequência didática desenhada, considerando-se os aspectos da aplicabilidade, fidelidade e clareza quando aplicada junto aos estudantes do 8º ano do Ensino Fundamental?
- Quais dificuldades conceituais e procedimentais os estudantes do 8º ano do Ensino Fundamental apresentam em relação ao conteúdo de fração dentro do seu contexto pessoal e escolar?
- De que forma o desenvolvimento de MADEs com base no *software wordwall* para o desenvolvimento de jogos a partir da sequência didática desenvolvida pautada no construcionismo e na tecnodocência, influencia na compreensão que os estudantes de 8º ano do Ensino Fundamental apresentam sobre os conceitos e os procedimentos do conteúdo de Fração?
- Quais semelhanças e diferenças conceituais e procedimentais sobre o conteúdo de fração, ficam evidentes quando são comparados os conhecimentos prévios dos estudantes do 8º ano do Ensino Fundamental com os conhecimentos adquiridos durante e após a aplicação da sequência didática a partir do desenvolvimento de MADEs com base no *software wordwall* para o desenvolvimento de jogos?
- Quais elementos da sequência didática precisam ser alterados após sua aplicação em sala de aula?

1.5 Resumo dos capítulos

O capítulo inicial, apresenta a problemática e a justificativa de como o número fracionário está associado através dos tempos a toda atividade humana, o que é consenso entre diversos pesquisadores da história da matemática, sabendo-se que a educação ocupa um papel central na vida das pessoas e que deve ser uma área em progresso constante. Pensando assim, Lima e Loureiro (2019) integram docência e TDICs, a partir do acompanhamento do desenvolvimento de Materiais Autorais Digitais Educacionais pelos próprios estudantes, pautada nos pressupostos teóricos do construcionismo e da tecnodocência, fazendo uso do *software wordwall*.

O segundo capítulo, traz o objetivo principal e os objetivos secundários da pesquisa. O terceiro capítulo apresenta a fundamentação teórica da pesquisa na qual foi subdividida em quatro subseções: aspectos epistemológicos e ontológicos do conteúdo de fração para estudantes do 8º ano do Ensino Fundamental; do jogo, conteúdo tecnológico escolhido; do Construcionismo, Tecnodocência e MADE; além de apresentar como ocorre o ensino do

conceito de fração fazendo uso do *software wordwall* para o desenvolvimento de Materiais Autorais Digitais Educacionais (MADEs) com base no Construcionismo.

O quarto capítulo, apresenta a organização metodológica adotada para o seu desenvolvimento, elencando-se seus elementos constituintes: delineamento e tipo de pesquisa; etapas da pesquisa; síntese metodológica; e, aspectos éticos e legais da pesquisa. Quanto ao quinto capítulo, apresenta os resultados e discussão com a análise da qualidade da SD, a partir dos elementos: aplicabilidade, fidelidade e clareza. Inclui a descrição do perfil dos sujeitos: dados pessoais e a utilização de dados tecnológicos digitais, bem como a análise da aprendizagem dos alunos com sugestões de redesenho da SD. O sexto capítulo, traz a SD como produto educacional, concebida com dez intervenções. O sétimo capítulo, apresenta as considerações finais, seguida pelas referências e pelos apêndices.

2 OBJETIVOS

“A matemática não é apenas a equação, a função, ou outros objetos... A matemática é, também, o que vem antes e o que vem depois deles. Você sabe o que vem antes e depois dos objetos matemáticos? As pessoas” (Matemática Humanista).

Apresentam-se a seguir, os objetivos, geral e específicos, a serem alcançados com a aplicação da pesquisa.

2.1 Objetivo geral

Avaliar de que forma a aplicação de uma proposta de sequência didática pautada nos pressupostos teóricos do construcionismo e da tecnodocência para o desenvolvimento de Materiais Autorais Digitais Educacionais (MADEs), influencia no processo de aprendizagem de conceitos e procedimentos de fração.

2.2 Objetivos específicos

- Desenhar uma sequência didática para o ensino e a aprendizagem do conteúdo de fração, com base nos pressupostos teóricos do construcionismo e da tecnodocência, fazendo uso do *software wordwall* para o desenvolvimento de Materiais Autorais Digitais Educacionais (MADEs), a partir de suas análises epistemológicas e ontológicas;
- Analisar a qualidade da sequência didática, comparando-se a proposta inicial aos resultados obtidos após sua aplicação em sala de aula dentro do contexto pessoal e escolar dos estudantes do 8º ano do Ensino Fundamental, a partir de seu perfil personográfico;
- Analisar os resultados de aprendizagem dos estudantes do 8º ano do Ensino Fundamental, comparando-se os conhecimentos prévios que apresentam sobre os conceitos e os procedimentos do conteúdo de fração, àqueles obtidos durante e após o

desenvolvimento da sequência didática, dentro de seu contexto pessoal e escolar, a partir de seu perfil personográfico;

- Sugerir elementos de redesenho da sequência didática, com base na análise de sua qualidade e dos resultados de aprendizagem dos estudantes.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

“Não existe docência, sem discência” (Paulo Freire).

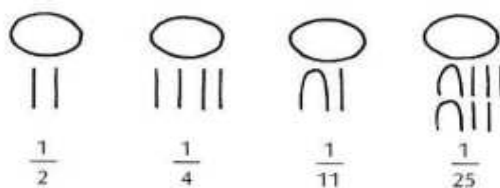
O presente capítulo, apresenta a fundamentação teórica da pesquisa subdividida em quatro subseções: aspectos epistemológicos e ontológicos do conteúdo de fração para estudantes do 8º ano do Ensino Fundamental; do jogo, conteúdo tecnológico escolhido; do construcionismo, tecnodocência e MADE; além de apresentar como ocorre o ensino do conceito de fração fazendo uso do *software wordwall* para o desenvolvimento de Materiais Autorais Digitais Educacionais (MADEs), com base no construcionismo.

Dessa forma, responde-se às seguintes perguntas de partida: “de que forma os conteúdos científicos de fração, de ensino e aprendizagem e tecnológicos digitais foram desenvolvidos historicamente?”, e, “quais são as dificuldades conceituais e procedimentais que geralmente estudantes do 8º ano do Ensino Fundamental apresentam sobre os conteúdos científicos de fração? Com a finalidade de alcançar o seguinte objetivo específico: “desenhar uma sequência didática para o ensino e a aprendizagem do conteúdo de fração, com base nos pressupostos teóricos do construcionismo e da tecnodocência, fazendo uso do *software wordwall* para o desenvolvimento de Materiais Autorais Digitais Educacionais (MADEs), a partir de suas análises epistemológicas e ontológicas”.

3.1 Aspectos epistemológicos e ontológicos sobre fração

Os números surgem da necessidade dos seres humanos de resolver os diversos impasses que a humanidade possui e passa. Similarmente, frações aparecem de maneiras diversas em muitas civilizações, diante dos diversos problemas enfrentados por cada uma delas. Na civilização egípcia, o Papiro Rhind (Papiro de Ahmes), datado de 1700 a.C., mostra exemplo de frações unitárias $\frac{1}{2}$; $\frac{1}{4}$. Outro documento egípcio é o Papiro de Moscou, cuja data aproximada é de 1850 a.C.+ Enquanto na Mesopotâmia alguns registros de frações aparecem em algumas áreas da astronomia e matemática financeira. Para a civilização grega, suas letras acrescidas de um acento mostravam uma maneira de representar a fração. Os egípcios também a utilizavam para representar medidas de capacidade (Figura 1).

Figura 1 - Frações unitárias









Fonte: Darela, Cardoso e Rosa (2011).

De acordo com Santos (2009), a noção de número está associada através dos tempos, a toda atividade humana, o que é consenso entre diversos pesquisadores da história da matemática, como, por exemplo, Boyer (1974) e Caraça (1998), afirmando que o surgimento da matemática se deve a problemas oriundos da vida diária.

A origem dos números inteiros é atribuída às ideias da antiguidade na matemática pré-histórica, os povos primitivos não sentiam a necessidade de usar frações, pois para calcular quantidades pequenas os homens usavam unidades suficientemente pequenas. Assim, a utilização da noção de fração apareceu durante a Idade do Bronze nas culturas mais evoluídas como a egípcia. Além da escrita dos números surge a necessidade do conceito de fração e de notação para frações. As inscrições hieroglíficas egípcias têm uma noção especial para frações unitárias, isto é, com numerador um (Boyer, 2003, p. 9).

A palavra fração vem do latim *frangere*, que significa quebrar e remete às primeiras noções de utilização dos agrimensores, “esticadores de cordas”. Segundo Heródoto, as cheias anuais do rio Nilo provocavam inundações nas terras demarcadas, e os egípcios utilizavam instrumentos de corda que dispunham da unidade de medida existente à época: o cúbito, ou côvado. A corda com vários nós compunha um instrumento de medida, “uma régua” primitiva utilizada por agrimensores daquela época (Dias; Moretti, 2011) (Figura 2).

Figura 2 - Símbolos e leituras

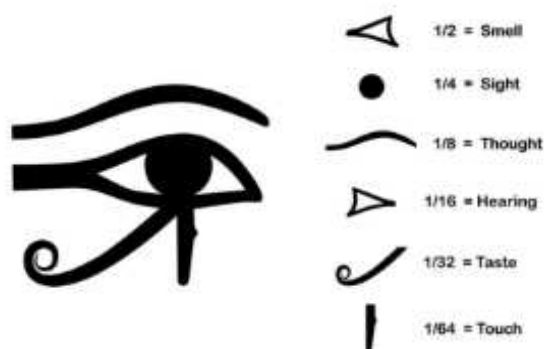
Fração	1/21	2/3	3/4
Símbolo	 ou 	 ou  ou 	
Significado	“metade”	“as duas partes”	“as três partes”

Fonte: Adaptado de Ifrah (1997).

Segundo Ifrah (1997), questões recorrentes do cotidiano dos egípcios tornaram necessário que a matemática tivesse um tratamento aplicável. Com o processo evolutivo

conceitual, às frações unitárias desenvolvidas pelos egípcios se acrescentava um hieróglifo que tinha sentido de “parte” (Figura 3).

Figura 3 - Olho de Hórus e representação fracionária



Fonte: Disponível em: <https://eyedohistory.wordpress.com/2016/03/22/eye-of-horus/>.

A notação moderna das frações se deve aos hindus pela numeração decimal de posição e aos árabes que introduziram o traço horizontal, separando numerador e denominador. A epistemologia mostra que as:

[...] noções primitivas relacionadas com os conceitos de números, grandezas e formas, podem ser encontradas nos primeiros tempos da raça humana, vislumbres de noções matemáticas se encontram em formas de vida que podem datar de milhões de anos antes da humanidade (Boyer, 2003, p. 1).

Nos Parâmetros Curriculares Nacionais para a Matemática, os conceitos “abordados em conexão com sua história, constituem-se veículos de informação cultural, sociológica de grande valor formativo” (Brasil, 1997, p. 34). A história da matemática é, nesse sentido, um instrumento de resgate da própria identidade cultural (Brasil, 1997), podendo ainda entender que a necessidade prática na utilização das frações a cada momento de evolução da humanidade, o que carece ser apreendido no ambiente escolar, do qual se busca repartir, quantificar, medir e comparar, respondendo a algumas perguntas observadas do cotidiano. Um exemplo disto ocorre quando se divide o todo em partes iguais.

Orlowski, Mocrosky e Assis (2022), definem fração como parte do todo, confirmando o que Dante (2013) já afirmava, enquanto Ferreira (2010), traz diversas definições em seu dicionário. Bertoni (2009), resume alguns aspectos iniciais para o trabalho na escola, pontuando fração e número fracionário, tomando por contexto os números racionais, que têm expressão fracionária e decimal.

Lins e Silva (2008, p. 19), valem-se da medida para falar de frações usando o exemplo: “imaginemos que pessoas comeram uma parte da torta [...], e restou o que está indicado. Como representar, com um número, o tanto que foi comido?”. Parte-todo tem sido a abordagem predominante nos anos iniciais do Ensino Fundamental. A partir da divisão de figuras geométricas planas em partes iguais, iniciam-se os primeiros passos da aprendizagem de frações. Muitas das situações cotidianas exigem compreensões de fração, por exemplo, dividir uma pizza, medir e cortar tecidos para a confecção de roupas; acrescentar pedaços ou retirar pedaços de chocolates.

Segundo Giovanni, Castrucci e Giovanni Júnior (2002, p. 143), define-se fração como “a expressão a/b , sendo a e b números naturais, com $b \neq 0$, representando um número racional escrito na forma fracionária (número fracionário)”. Enquanto Imenes e Lellis (1998, p. 137), define-a para expressar “medidas e considera um todo (ou unidade) dividido em partes iguais, do qual se tomam algumas partes”. A fração indica, portanto, as partes tomadas de um todo dividido em partes iguais.

É possível também identificá-la como a razão entre duas grandezas, tendo por numerador a parte de cima da fração que indica quantas das partes foram consideradas. Para Soares (2005, p. 57), o denominador é “o número que está debaixo do traço de uma fração, indica em quantas partes vai ser dividido o inteiro”.

As operações existentes de adição e subtração possuem técnicas que diferem quando considerados os denominadores de cada fração. De acordo com Giovanni, Castrucci e Giovanni Júnior (2002), para adicionar ou subtrair números representados por frações que têm o mesmo denominador, adicionam-se ou subtraem-se os numeradores e conserva-se o denominador. Para adicionar ou subtrair números representados por frações que têm denominadores diferentes, reduzem-se as frações a um denominador comum e, em seguida, efetua-se a adição ou a subtração com essas frações. Para reduzir as frações ao mesmo denominador, é necessária a utilização de frações equivalentes.

Silva (2021), indica que para encontrar frações equivalentes, pode-se multiplicar (ou dividir) os termos de um número fracionário por um número qualquer, diferente de zero, que se obtém sempre um representante da mesma classe de equivalência. Como exemplo, tem-se que $\frac{1}{3}$ multiplicando numerador e denominador por 2 tem-se $\frac{2}{6}$, ou seja, uma das frações equivalentes a $\frac{1}{3}$ é $\frac{2}{6}$. Por um caminho diferente, mas que indica o mesmo resultado, Giovanni, Castrucci e Giovanni Júnior (2002), mostram a existência do Mínimo Múltiplo Comum

(M.M.C.) desses números do denominador, o menor dos múltiplos comuns dos números dados, que seja diferente de zero.

Segue um exemplo do M.M.C., em sua fatoração simultânea de três números que podem representar denominadores de uma fração: 360, 150 e 45 (Figura 4).

Figura 4 - Cálculo do M.M.C. de 360, 150, 45

360, 150, 45	2
180, 75, 45	2
90, 75, 45	2
45, 75, 45	3
15, 25, 15	3
5, 25, 5	5
1, 5, 1	5
1, 1, 1	

Fonte: Silva (2021).

Identifica-se o menor número primo que divide pelo menos um dos números dados. No caso, o menor primo é 2. Efetuam-se as divisões (quando exatas) ou repete-se o número (quando a divisão não é exata). Continua-se a divisão pelo mesmo número 2, enquanto houver pelo menos uma divisão exata. Não havendo agora, na última linha, nenhum número divisível por 2, procura-se o próximo número primo que divide pelo menos um deles, neste caso, o número 3. Continua-se com esse procedimento até que na última linha só apareça o número 1. O produto dos números primos à direita do traço vertical representa o M.M.C. dos números dados (Silva, 2021).

Silva (2021), mostra operações de adição e subtração, utilizando frações com o mesmo denominador, a partir da conservação do denominador com a soma e a subtração dos numeradores (Figura 5).

Figura 5 - Adição e subtração de frações com mesmo denominador

$$\begin{aligned} \text{a) } \frac{3}{5} + \frac{7}{5} + \frac{4}{5} &= \frac{14}{5} \\ \text{b) } \frac{11}{3} + \frac{8}{3} - \frac{5}{3} &= \frac{14}{3} \end{aligned}$$

Fonte: Silva (2021).

Silva (2021), mostra operações de adição e subtração utilizando frações com denominadores diferentes. Neste caso, reduzem-se as frações ao mesmo denominador (M.M.C. ou frações equivalentes), depois conserva-se o denominador e somam-se ou subtraem-se os numeradores.

Figura 6 - Adição e subtração de frações com denominadores diferentes

$$\begin{aligned} \text{a)} \quad \frac{4}{5} + \frac{2}{3} + \frac{3}{4} &= \frac{48}{60} + \frac{40}{60} + \frac{45}{60} = \frac{133}{60} = 2 \frac{13}{60} \\ \text{b)} \quad \frac{6}{7} - \frac{3}{4} &= \frac{24}{28} - \frac{21}{28} = \frac{3}{28} \end{aligned}$$

Fonte: Silva (2021).

Para os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), a orientação é que as frações estejam presentes nas atividades escolares desde o segundo ano do Ensino Fundamental, iniciando com as ideias de metade e avançando, nos anos subsequentes, com a inclusão da comparação, da ordenação e da localização na reta numérica de números racionais na forma decimal (Brasil, 1997). Enquanto a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), complementa que os números racionais, sua escrita, leitura e ordenação sejam colocados como tarefas de medição, bem como problemas, identificando que com o campo dos números naturais é impossível resolvê-las. Indicando assim, a necessidade de construção de um novo campo, números racionais com seus diversos modos de apresentação (Brasil, 2018).

Segundo Moura (1996), o estudante precisa perceber o conhecimento como referência no processo de humanização, cujo passo inicial é a compreensão dos conjuntos de saberes produzidos como patrimônio da humanidade. Continua afirmando que a atividade do ensino do professor deve gerar e promover a atividade do estudante, devendo criar nele um motivo especial para sua atividade, estudar e aprender teoricamente sobre a realidade.

De acordo com Maranhão e Igliori (2003, p. 57), “as implicações da não acessibilidade de um aluno ao conceito de números racionais podem acarretar graves prejuízos à aprendizagem de diversos ramos da matemática”. Diante do exposto, ocorre a necessidade de trabalhar com as diversas formas de frações, suas operações e equivalências, bem como buscar meios de aprendizagem desde a formação do professor até a exposição dos conteúdos em sala ou em outras formas de aprendizagem.

Garcez (2013, p. 63), afirma que a importância do conceito de equivalência de frações “pode ser vista na sua utilização para se comparar e ordenar frações, e também para realizar operações”, destacando três pontos que acreditam ser de fundamental importância para o entendimento de equivalência de frações. Os pontos são:

1. Compreender que duas frações são equivalentes quando representam a mesma quantidade, isto é, se forem o mesmo número;
2. Compreender se multiplicar ou dividir os termos da fração por um mesmo número, diferente de zero, podemos encontrar uma fração equivalente a inicial;
3. Compreender a propriedade principal que nos leva a reconhecer quando duas frações são equivalentes (Garcez, 2013, p. 63).

De acordo com Silva (2005), uma das dificuldades conceituais em se compreender fração reside nas diversas formas que se pode denominá-las, frações, números fracionários ou número racional. Silva (2005) afirma, ainda, que, desde as medições de terras no Egito, a sociedade, ao longo do tempo, fez escolhas até chegar à unificação do metro como medida de comprimento. Garcez (2013), destaca alguns pontos que mostram dificuldades para a aprendizagem e ensino de frações: a multiplicidade na interpretação, concepção de unidade e a utilização de regra e algoritmo.

De acordo com Garcez (2013), a utilização de algoritmos para as operações de adição e subtração e para encontrar frações equivalentes, como um mero mecanismo, sem que os alunos compreendam os passos que serão seguidos, pode trazer diversos prejuízos à aprendizagem conceitual e procedimental sobre frações.

Lopes (2008), afirma que os estudantes costumam adicionar os numeradores entre as frações e seus denominadores como se estivessem manipulando uma multiplicação de frações. Lopes (2008) se apoia em Vergnaud (1983) ao afirmar que a notação de fração, na qual aparecem os elementos numerador e denominador separados por um traço na vertical, e as diversas formas de definir frações impõem obstáculos para a aprendizagem. Para Boszko (2018), a matemática tem um estigma de ser uma matéria de alto índice de repulsa e o conteúdo “fração” é muito complexo, gerando uma série de dificuldades na aprendizagem.

Para Furtado *et al.* (2018), o denominador representa o número de partes iguais em que o todo foi dividido enquanto o numerador é o número dessas partes que se pretende considerar. Segundo Santos (2022), muitos problemas encontrados no ensino e na aprendizagem acontecem em virtude do fator histórico, afinal, a fração é ensinada através do conceito de grandeza contínua, como área e comprimento. Santos (2022 *apud* Lima, 1992),

conduz a um estudo indicando que a equivalência de frações deve ser trabalhada cuidadosamente, assegurando que aconteça uma aprendizagem significativa.

Groenwald e Monteiro (2014) afirmam a importância de conhecer e entender os conceitos e que os erros cometidos pelos alunos são comuns na adição e na subtração de frações, ao somar, independentemente, numeradores e denominadores. Estes autores indicam a importância de trabalhar essas operações com situações de reunião, acréscimos e comparação.

Para Santos (2011), dois casos para adição e subtração de frações devem ser estudados: o primeiro, com denominadores iguais, bastando somar ou subtrair os numeradores e repetir o denominador; enquanto, no segundo caso, com denominadores diferentes, uma solução é encontrar frações equivalentes com a utilização do Mínimo Múltiplo Comum (M.M.C.) dos denominadores das frações. Santos (2022) conclui que todos podem aprender matemática, afinal sua utilização deve acontecer em situações do cotidiano, no sentido de auxiliar as pessoas a manipularem os dados matemáticos em prol de realizarem atividades com mais eficiência e praticidade.

Após ter compreendido os desafios e as limitações inerentes ao processo de ensino e de aprendizagem dos conteúdos de fração, assim como a necessidade de lançar mão de métodos e ferramentas para a potencialização da aprendizagem discente, faz-se necessário apresentar o conceito de fração, fazendo uso do *software wordwall* para o desenvolvimento de Materiais Autorais Digitais Educacionais (MADEs), com base no construcionismo. Dessa forma, apresenta-se essa discussão na próxima seção.

3.2 Aspectos epistemológicos e ontológicos sobre jogo e *software wordwall*

Os jogos são reconhecidos pelo seu potencial educativo e se apresentam sob diferentes modalidades e formatos. Etimologicamente, a palavra jogo deriva da palavra latina *jocus*, que significa graça ou escárnio, que, por sua vez, tem as suas origens enraizadas no latim clássico *ludus*, que significa divertimento ou recreação (Huizinga, 2000). Pode-se, ainda, denominar a palavra jogo para designar as atividades que possuem a finalidade de recreação e entretenimento (Houaiss, 2009).

Parlett (1999) faz uma distinção entre jogos formais e informais, enquanto este último é apenas uma brincadeira, jogo formal apresenta fins (regras) e meios para vencer. Costikyan (1994) define jogo como uma arte onde os jogadores tomam decisões, a fim de conseguir um objetivo por meio de suas decisões. Salen e Zimmerman (2012) apresentam o

jogo como um sistema, onde os jogadores se envolvem em um conflito artificial, a partir das regras determinando um resultado quantificável, indica conceitos e definições como: objetos, atributos, relações internas e ambiente. Objetos são as partes do sistema, os atributos são as qualidades ou propriedades dos objetos, existindo uma relação interna entre seus objetos e o sistema diante da existência de um ambiente, local onde o jogo ocorre.

Segundo Grando (2020, p. 47), “os jogos constituem uma forma interessante de propor problemas, pois permitem que estes sejam apresentados de modo atrativo e favorecem a criatividade na elaboração de estratégias de resolução e busca de soluções”. Vale ressaltar, ainda, que é um meio de aprendizagem de problemas propostos para revisão de conteúdo. Proporciona, portanto, uma interação mais próxima entre professor e alunos e uma busca pelo aprofundamento dos conteúdos curriculares.

Santana e Damasceno (2011) descrevem que o jogo esteve presente em todas as épocas da humanidade, mantendo-se até os dias atuais. Na história antiga, o ato de brincar era desenvolvido por toda a família, inclusive os pais ensinavam os ofícios para seus filhos.

Segundo Santana e Damasceno (2011), Platão apontou a importância da utilização dos jogos para que a aprendizagem das crianças pudesse ser desenvolvida. Na Grécia, era através dos jogos que se passava ensinamento às crianças. Os jesuítas ensinavam utilizando brincadeiras como instrumentos para a aprendizagem, enquanto os indígenas ainda hoje ensinam seus costumes através do lúdico.

Santana e Damasceno (2011) descrevem que Rabelais (século XV), já proclamava que o ensinamento deveria ser através dos jogos, e que todos deveriam ensinar às crianças o gosto pela leitura, pelo desenho, pelos jogos de cartas e fichas que serviam para ensinar a aritmética e até mesmo a geometria. Outros teóricos também contribuíram para o lúdico poder ser utilizado na educação no processo de ensino e aprendizagem.

Santana e Damasceno (2011) descrevem que a utilização do jogo na educação tem por objetivo desenvolver a aprendizagem de forma mais atrativa para o aluno. Para a matemática, o ensino deve ser desenvolvido de forma que a aprendizagem seja significativa, com metodologias que estejam ligadas à vivência dos alunos.

A aprendizagem através dos jogos, pode acontecer por meio dos jogos convencionais (tabuleiros, jogos de tabuada, bingos matemáticos, jogos construídos manualmente) e jogos digitais com acesso *on-line*, os quais ambos, estão inseridos no processo de ensino e aprendizagem, baseados nas metodologias ativas. Segundo Alro e Skovmose (2006,

p. 55), “os alunos podem formular questões e planejar linhas de investigação de forma diversificada”.

Cavaliere (2005) menciona que o pouco uso das frações no cotidiano é uma das razões, pelas quais as crianças apresentam grande dificuldade na aprendizagem desse conteúdo. Para D’Ambrósio (1991), o conteúdo que o professor repassa é obsoleto, desinteressante, inútil, porém necessário para o desenvolvimento emocional e cognitivo.

Faz-se necessário descrever sobre este educador, idealizador da Etnomatemática, uma vez que o autor ajuda a definir como a técnica de explicar, conhecer, entender os diversos contextos culturais vinculados à matemática. Sendo assim, a aprendizagem de frações com sua diversidade de conceitos e definições, bem como sua maneira de ser apresentada “parte-todo” se torna complexa. Os jogos surgem como um mecanismo, um recurso a mais a ser utilizado para sanar esse problema. Além de proporcionar uma atividade lúdica, é um instrumento eficaz na aprendizagem e favorece a interação social, além de interferir nas áreas cognitivas e afetivas. O jogo é um impulso natural, pois, ao jogar, o indivíduo obtém prazer e realiza esforço espontâneo e voluntário para atingir o objetivo.

Contrapondo ao exposto, não se pode negar que se deva utilizar os recursos lúdicos de forma adequada, pois, para trabalhar com frações através de jogos virtuais, o professor deve ter cuidado tanto na escolha dos jogos como também na escolha do nível de conteúdo a ser ensinado, atendendo aos objetivos previamente planejados; ou seja, não basta simplesmente escolher um bom jogo, é preciso, fundamentalmente, saber aplicá-lo para a construção ou para a fixação de conceitos

Esse aspecto é ratificado por Macedo *et al.* (2000, p. 24), quando afirmam que, “qualquer jogo pode ser utilizado quando o objetivo é propor atividades que favorecem a aquisição de conhecimento. A questão não está no material, mas no modo como ele é explorado”. O que se confirma com Lorenzato (2006), ao afirmar que apenas envolver o lúdico nos planos de aula não é suficiente. Cabe ao professor, além de desenvolver um bom material didático, também planejá-lo e aplicá-lo de forma dialogada e participativa, para ser possível estimular uma aprendizagem significativa. O mais importante é saber utilizar adequadamente estes materiais em sala de aula.

Existem diversas plataformas de desenvolvimento de jogos disponíveis na internet. Muitas delas são plataformas nas quais o desenvolvedor do jogo necessita conhecer sobre programação. Outras não há essa necessidade, facilitando a construção do jogo a partir do desenvolvimento que se preocupa mais com o *design* e o conteúdo a ser inserido no jogo do

que com a programação previamente consolidada. Dentro dessa perspectiva, escolheu-se trabalhar com o *software Wordwall*.

Segundo Soares *et al.* (2021), o *Wordwall* é um *software on-line* que possui uma significativa variedade de jogos que podem ser utilizados pelos educadores. É possível criar atividades personalizadas para revisar os conteúdos, ou assimilar conceitos e definições. O *software Wordwall* é eficaz para atividades em sala de aula ou extraclasse, pela possibilidade de compartilhar a atividade proposta com os alunos.

É possível acompanhar os resultados da atividade, bem como identificar a participação dos alunos, sendo disponível na *internet* através do site *wordwall.net*, na versão gratuita ou paga. A ideia, neste trabalho, de utilização do *Wordwall* vem no sentido de colocar os estudantes no lugar de desenvolvedores de jogos, utilizando um acesso comum a todos do grupo de trabalho para criarem, desenvolvam e testem os jogos criados sobre o conteúdo de fração.

Hasstenteufel e Zorzi (2021) utilizaram o *wordwall* para finalizar com jogos a revisão dos conteúdos de operações com frações e operações com números decimais. A utilização do jogo para o ensino de fração determina a importância da inserção de jogos digitais como recurso didático para o ensino da matemática, visto que é um recurso relevante para o ensino e a aprendizagem da matemática, podendo ser utilizado como metodologia de ensino, com a intenção de facilitar a compreensão dos alunos, além de incentivar e estimular o pensamento e o raciocínio matemático.

3.3 Aspectos epistemológicos e ontológicos do construcionismo, da tecnodocência e do MADE

Segundo Lessa Filho *et al.* (2015), o construcionismo de Seymour Papert, tem como base a ideia do construtivismo criado por Jean Piaget, que mostrava a existência de quatro estágios do desenvolvimento do conhecimento, dos quais se pode citar: sensório-motor, pré-operatório, operações concretas e operações formais.

Segundo os autores, Papert possuía uma compreensão diferente de Piaget, apresentada no construcionismo, na qual, para gerar conhecimento, o estudante pode ser protagonista ao criar seu próprio jogo a partir de novas ferramentas utilizando meios digitais; o sujeito pode construir algo concreto, ao contrário das formas abstratas e intangíveis de ensino, mesmo já tendo atingido o nível das operações formais.

O construcionismo de Seymour Papert defende o pensamento que, para obter o real conhecimento sobre um determinado assunto, é necessário realizar um procedimento de construção por meio da interação do sujeito com o objeto de estudo. Pode-se entender a partir desta análise a importância do uso do lúdico, o desenvolvimento do protagonismo e da autonomia dos estudantes no processo de ensino e aprendizagem.

Mota (2014) afirma que Papert foi aluno de Jean Piaget e foi influenciado pelo construtivismo piagetiano. Criou o construcionismo que, em linhas gerais, pode-se dizer que possibilita ao educando construir seu próprio conhecimento por intermédio de alguma ferramenta, neste caso, o computador. Pensando assim, o computador passa a se constituir, em sua teoria, numa ferramenta relevante no processo de construção de conhecimentos.

Desenvolveu, portanto, a linguagem “logo”, permitindo o contato da criança com algumas das mais profundas ideias em ciências e matemática. Esta linguagem é exemplo de contato entre o estudante e o lúdico, pois o estudante poderá aprender matemática construindo formas geométricas, ao mesmo tempo, em que controla uma tartaruga que representa o computador de forma lúdica.

Papert (2008) reconhece que o uso de tecnologias, jogos e robótica, nas aulas de matemática, precisa ser planejado e bem articulado, assumindo os ideais construcionistas como fonte de conexão entre a aprendizagem de fração e a criação de jogos no *software wordwall* pelos estudantes. No entanto, Mota (2014) faz um alerta para a proposta de utilização do construcionismo em contexto de ensino e aprendizagem, inferindo que o computador seja utilizado com parcimônia.

Mota (2014) defende que, para Papert, a escola possui um aspecto negativo na vida do estudante, pois transmite os conteúdos programáticos de forma teórica e prática, sem vivenciar o que está sendo estudado. Mesmo com todos os problemas que envolvem a escola na educação brasileira, esta foi fundamental no período de isolamento proveniente da Sars-Covid19. A escola serviu como ponte de apoio para os estudantes, as aulas precisaram ser realizadas *on-line*; professores e estudantes se comunicavam por meio tecnológico digital.

Percebe-se o uso do construcionismo presente no contexto educacional, como é o caso do uso da robótica. Para Mota (2014), a vantagem dos jogos educativos digitais em comparação aos jogos educativos não digitais é a maior praticidade para realizar as demonstrações dos conteúdos de forma didática e lúdica, ter condições de levar o estudante a construir seus conhecimentos através da interação com a máquina em diferentes situações e até

mesmo acompanhar o rendimento de seus estudantes, que certamente enfrentam bugs e não erros no desenvolvimento das atividades.

Mota (2014) traz a ideia de Papert, vinculada ao fato de o aprendiz ser auxiliado por um professor para interagir com ambientes computacionais. Esse aspecto proporciona o desenvolvimento de projetos pessoais significativos que até então eram difíceis de serem realizados. O conceito produzido por Papert (2008) e traduzido por Lima (2016), de forma concisa e resumida, revela que o construcionismo se trata de uma adaptação da Teoria da Epistemologia Genética de Piaget.

Azevedo e Maltempi (2020) citam Freire (1993), sobre a importância de o estudante perceber, desde o começo, que estudar requer esforço e comprometimento, mas que também pode ser agradável e intelectualmente responsável. Logo, o trabalho com a produção de jogos possibilita diversas formas de expressar ideias à sociedade pela matemática e as suas tecnologias.

A formação matemática não é compreendida como ato minimalista de transferência de conhecimento do professor para o aluno, mas como um processo ativo para o desenvolvimento do aluno, tendo neste último como pensador criativo (Papert, 2008). Freire (2011) preconizava seres desenvolvedores, com a consciência crítica de que resultaria a sua inserção no mundo, como transformadores dele, e não como seres reduzidos ao modelo bancário, no qual pequenas porções de dados seriam depositadas na mente, de forma semelhante ao que aconteceria com o dinheiro colocado em uma conta bancária. Dessa forma, alinha-se à proposta de Papert (2008) vinculada ao Construcionismo.

A computação unida à matemática transforma os alunos em produtores de jogos, e assim como Papert (2008), reconhece que o uso de tecnologias, jogos e robótica, nas aulas de matemática, precisa ser planejado e bem articulado. Assumindo a concepção construcionista como fonte de conexão entre a aprendizagem de fração e a criação de jogos no *software Wordwall* pelos alunos. Segundo Azevedo *et al.* (2018), a produção de jogos nas aulas de matemática apresenta bons resultados no desenvolvimento em matemática, sendo citadas: a descoberta, o pensamento, a curiosidade e a autonomia do aluno. Embora as ações tratem e reduzam os alunos como meros transmissores de conteúdos, faz-se necessário que a produção dos jogos pelos próprios alunos se torne uma realidade, que possa levá-los a uma aprendizagem significativa.

Para Smole, Diniz e Milani (2007, p. 9), o uso de jogos nas aulas de matemática pressupõe “uma mudança significativa nos processos de ensino e aprendizagem que permite

alterar o modelo tradicional de ensino, que muitas vezes tem no livro e em exercícios padronizados seu principal recurso didático”. Isto implica que, principalmente, professores, pais e alunos repensem o que é matemática, o que é jogo, o papel do professor, o fazer do aluno.

Nas competências gerais estabelecidas na BNCC, observa-se referência aos jogos, como proposto por Papert (2008), em que estudantes da Educação Infantil até o Ensino Médio desenvolvam atitudes positivas em relação ao conhecimento, pois o que se quer é que o aluno seja ativo e capaz de “valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos” (Brasil, 2017, p. 9-10). Seguindo no texto, verifica-se que deve continuar a aprender e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva, exercitando a curiosidade, a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade. Por meio do construcionismo é possível criar uma atitude inspirada no provérbio africano, em que se pode dar um peixe a alguém ou dar-lhe uma cana e ensiná-lo a pescar.

Segundo Mota (2014 *apud* Papert, 1986) existem cinco dimensões que norteiam a concepção construcionista, cita-se a dimensão pragmática (sensação do aprendiz em aprender algo para o futuro), a sintônica (sintonia com aprendiz, seus desejos e aspirações), a sintática (possibilidade do aprendiz em acessar os elementos básicos do ambiente, criando novas situações de acordo com suas necessidades intelectuais e cognitivas), a semântica (o aprendiz tem a possibilidade de manipular situações e significado social para o aprendiz, em vez de situações simbólicas e abstratas) e a social (integração da relação pessoal com a cultura do ambiente).

Maltempo (2004, p. 25) lembra que “todas estas dimensões, quando estimuladas em um ambiente de ensino aprendizagem baseado no computador, favorecem a construção de conhecimento pelo aprendiz”. Para Maltempo (2000), o construcionismo é uma teoria, e pode ser considerado uma estratégia de aprendizagem para o processo educativo que compartilha com a epistemologia de Piaget.

Papert (2008) coloca a afetividade como condição para a aprendizagem, combatendo a ideia tradicional de disciplina imposta pela escola tradicional. Assim, o construcionismo indica que o aprendiz aprende melhor quando gosta, pensa e conversa sobre o que faz. O construcionismo considera que o desenvolvimento cognitivo do aluno é processo ativo de construção, no qual o conhecimento não pode ser simplesmente transmitido de uma pessoa para outra.

Segundo Maltempo (2012), a aprendizagem deve ser um processo ativo, em que os aprendizes produzem artefatos (que pode ser um jogo digital, um dispositivo robótico), sendo

protagonistas, autores no processo de aprendizagem e não apenas sujeitos passivos, na busca de aprender unicamente a partir da fala do professor. O entendimento quanto à aprendizagem de matemática na concepção construcionista, em especial, a partir da produção de jogos, ocorre como forma de aprendizagem ativa, que privilegia o desenvolvimento do aluno, favorecendo a leitura de mundo, o desenvolvimento criativo e a sua autonomia.

Nesse contexto, o processo de aprendizagem de matemática, portanto, mostra-se distante da mecanização e repetição desenfreada de procedimentos. Em vez de simplesmente consumir conteúdos que se encerram em si, os alunos são incentivados a pensar, questionar e analisar. Para Mota (2014), o construcionismo de Papert apresenta nove fatores importantes para a aprendizagem: controle do conhecimento, arsenal de modelos, uso como exemplo, motivação, conhecimento da escola para a vida, professor e aluno, importância do tempo, formação de autonomia e importância da prática.

Para Papert (2008), a atitude construcionista no ensino mostra o ensino na forma de produzir a maior aprendizagem a partir do mínimo de instrução, diferentemente da educação tradicional, onde o professor repassa instruções aos alunos. No construcionismo, as crianças aprendem descobrindo por si mesmas o conhecimento de que precisam, o educador é um mediador com a incumbência de desafiar, provocar o intelecto dos alunos para avançarem no processo de aprendizagem.

Daí a necessidade de estar bem preparado teoricamente, com estudos aprofundados sobre matemática e sobre os aspectos da docência. Papert (2008) vislumbrou o aprendiz, não somente como aquele que responde a estímulos externos, mas sim como um indivíduo ativo, capaz de analisar e interpretar fatos e ideias, e de construir o seu próprio conhecimento.

Um das invenções que privilegiam a aprendizagem de matemática, além dos muros escolares, é a construção de jogos, pois são criadas situações favoráveis para pensar, e compreender um assunto de matemática de forma que não seja bancária como cita Freire (2011). Entende-se que as metodologias ativas de aprendizagem criativa, no contexto escolar, em especial na aprendizagem em matemática, indicam possível caminho para se compreender a formação do aluno.

A BNCC indica que o aluno deve ser encorajado a pensar e ter ideias, não somente receber tudo pronto pelo professor (Brasil, 2018). O aluno pode expressar-se, construir conhecimento, valorizando o novo significado de aprendizagem e impulsionando o processo ativo de aprendizagem.

Dessa forma, as ideias preconizadas por Papert (2008) corroboram os aspectos apresentados pela BNCC, em prol do desenvolvimento de uma aprendizagem mais significativa para os alunos, pautada na construção do conhecimento (Brasil, 2018). Atrelada a essa perspectiva, surge a ideia de tecnodocência, a partir de dois problemas acadêmicos vinculados à formação de licenciandos.

O primeiro, vincula-se à fragmentação de saberes, onde os discentes universitários, em processo de formação, sentem-se incompletos com as diversas ideias e conhecimentos adquiridos, que precisam ser agrupados aleatoriamente e que, na busca da aprendizagem, não ficam em constante diálogo de tentativas e erros. O segundo problema, aparece vinculado à realidade, em um mundo tecnológico ativo, a subutilização das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs) na formação do professor. Lima e Loureiro (2016) destacam que a tendência existente em não estabelecer relações entre o fazer docente e as tecnologias digitais pode estar associada a uma formação de professores que ocorre de maneira descontextualizada, fragmentada, pouco prática, muito teórica e que não considera os saberes tecnológicos no contexto da docência.

A tecnodocência expressa, portanto, a integração entre a docência e as TDICs, com base epistemológica nos modelos trans e interdisciplinar, utilizando os conceitos prévios dos docentes e dos estudantes, a partir de uma reflexão crítica sobre os processos tramados de ensino, aprendizagem e avaliação. Lima e Loureiro (2019) destacam que a aproximação da realidade ao cotidiano dos estudos, as tecnologias digitais podem cumprir importantes papéis: organizar informações, criar modelos digitais de processos avaliativos e consultas *on-line* sobre os conteúdos abordados. As tecnologias digitais estão na rotina do professor em sala de aula, mas não refletem o poder que podem alcançar.

A institucionalização da tecnodocência ocorreu com a implantação do Projeto Laboratório Interdisciplinar de Formação de Educadores (LIFE) na Universidade Federal do Ceará (UFC), no ano de 2013. Em 2015, é criada a disciplina tecnodocência, com caráter optativo, aberta a todas as licenciaturas da universidade e ao bacharelado em Sistemas e Mídias Digitais (SMD).

No ano de 2016 cria-se o grupo de pesquisa tecnodocência, bem como a definição do conceito de Materiais Autorais Digitais Educacionais (MADEs). Lima e Loureiro (2019) definem MADE, como todo e qualquer material educacional desenvolvido por um aprendiz, mediante a utilização de um equipamento digital conectado ou não à *internet*, com as etapas de criação, planejamento, execução, reflexão e avaliação realizadas pelo próprio estudante. Nesse

sentido, a criação e desenvolvimento de MADEs têm se mostrado uma estratégia promissora para promover uma aprendizagem mais significativa. O MADE demonstra elementos que promovem essa abordagem interdisciplinar, permitindo a integração de diferentes disciplinas.

Em 2017, amplia-se para a disciplina tecnodocência EaD, com aulas ocorrendo em ambiente *on-line*. No ano de 2018, surgem dois novos projetos de extensão, o primeiro destes é denominado Grupo de Estudos em Tecnodocência (GET), aberto para docentes das escolas públicas do ensino fundamental II e médio e alunos de licenciaturas das universidades públicas; o segundo projeto de extensão, MADE fica aberto para alunos das escolas públicas da educação básica. Em 2019, é lançado o livro *Tecnodocência: concepções teóricas*, abrindo novos caminhos, derrubando trincheiras conceituais, gerando em seus leitores e professores envolvidos nos projetos da Tecnodocência, novas formas de conceber o ensino, a aprendizagem e a avaliação.

Para Freire (1980), educar é um ato político. Corroborando esse aspecto, Lima e Loureiro (2019) buscaram estruturar um modelo de formação de professores crítico e reflexivo, na tentativa de romper com um modelo educacional, predominantemente, instrucionista, pois os cursos de graduação oferecem uma formação deficitária pautada em uma espécie de “*faber*” constante, reforçando os interesses da classe dominante. Andalécio (2009) revela que as mudanças que advêm com as TDICs, são consideradas revolucionárias na execução das tarefas docentes com a construção colaborativa do conhecimento.

O uso das TDICs em contexto escolar é uma pauta comumente evidenciada. A Base Nacional Comum Curricular (2018), torna notória a necessidade de elaboração de estratégias para a implementação dessas ferramentas nos processos educacionais. Segundo a BNCC, “ao aproveitar o potencial de comunicação do universo digital, a escola pode instituir novos modos de promover a aprendizagem, a interação e o compartilhamento de significados entre professores e estudantes” (Brasil, 2018, p. 61).

O uso das TDICs de maneira isolada não garante a articulação dos saberes de maneira interdisciplinar, nem assegura a aproximação com as vivências do educando, pois necessita da capacitação para o uso das tecnologias digitais dos profissionais atuantes e de mudanças nas estruturas (recursos e espaços) educacionais, além de metodologias e didáticas apropriadas para a construção do conhecimento.

O construcionismo apresentado por Papert (2008) apresenta como fator principal, que o conhecimento não seja transmitido, mas construído pelo indivíduo, embora nas salas de aula o que predomina é a forma tradicional de lecionar. Segundo Pontes (2016), existe uma

necessidade de que os docentes utilizem as tecnologias digitais como interfaces pedagógicas facilitadoras, capazes de proporcionar a construção do conhecimento no processo de ensino, aprendizagem e avaliação, tornando o estudante como protagonista desses processos. Isso é possível através de técnicas desenvolvidas na tecnodocência e na aprendizagem cooperativa que usam de métodos para estimular o protagonismo, contribuindo para uma diminuição da evasão escolar.

Lima e Loureiro (2018) indicam que a formação do professor deve contemplar as necessidades da contemporaneidade e das transformações sociais provenientes do desenvolvimento tecnológico da atualidade. Segundo Kenski (2007), não há dúvidas de que as TDICs trouxeram mudanças para a educação. Vídeos, programas educativos, *sites* educacionais, *softwares* transformam a realidade da aula tradicional, dinamizam o espaço da aprendizagem. Sendo assim, a proposta da tecnodocência se mostra efetiva para a utilização como base teórica para o presente trabalho.

Ao indicar a existência de uma integração entre TDICs e docência, com base epistemológica nos modelos interdisciplinares e transdisciplinares, usando como base os conceitos da aprendizagem significativa e do construcionismo, defende que o aluno aprende, de forma mais eficaz, aquilo que está sendo ensinado; isso possibilita uma associação do novo com o já existente na estrutura cognitiva, valorizando, portanto, os conhecimentos prévios dos alunos.

Por outro lado, defende a ideia da construção do conhecimento, baseada na realização de uma ação concreta do aprendiz desenvolvendo um produto com o auxílio do computador, fazendo uso dos preceitos teóricos papertianos. A tecnodocência apresenta como objetivo integrar os conteúdos teóricos às atividades práticas da docência com o desenvolvimento de planejamentos de aula interdisciplinares e de MADEs recorrendo às Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs).

Segundo Lima e Loureiro (2019), as ideias de base da tecnodocência se expressam em dez princípios:

- **Princípio 1** - O professor aprendiz - o professor também é aprendiz;
- **Princípio 2** - A parceria mútua - o professor e o estudante são parceiros;
- **Princípio 3** - A construção do conhecimento - o conhecimento deve ser construído;
- **Princípio 4** - Os conhecimentos prévios - a construção deve estar pautada nos conhecimentos prévios do aprendiz;

- **Princípio 5** - A base epistemológica - a base de integração dos conhecimentos deve ser interdisciplinar ou transdisciplinar;
- **Princípio 6** - A prática fundamentada - o professor deve fundamentar a prática docente;
- **Princípio 7** - As metodologias flexíveis - métodos, estratégias e técnicas devem ser flexíveis;
- **Princípio 8** - O desenvolvedor consciente - aprendiz é desenvolvedor de processos, produtos e conhecimentos;
- **Princípio 9** - A transformação da docência - docência se transforma com a integração das TDICs;
- **Princípio 10** - A transformação das TDICs - TDICs se transformam com a integração da docência.

Cada uma das ideias apresentadas mostra a dinâmica existente da tecnodocência, onde o professor também é aprendiz de seus alunos, dos conceitos e perguntas geradas por eles, afinal não é detentor de toda sabedoria. Mostra ainda que professor e aluno são parceiros de aprendizagem e de troca de conhecimentos, construídos em via de mão dupla, ocorrendo a partir do conhecimento prévio do aprendiz. Uma das ideias é que o aprendiz é um construtor de conhecimentos, produtos e processos, construindo seu próprio material educacional. E que há uma transformação em uma via de mão dupla, à docência se transforma com a integração das TDICs e as TDICs se transformam com a integração da Docência.

Assim, a tecnodocência está relacionada à integração entre a prática docente e a utilização dos meios digitais. Como exemplo, a utilização do *software Geogebra*, facilitando a visualização de gráficos de funções e de figuras planas, além da construção de conceitos relacionados à fração pelo próprio usuário.

No II Encontro de Tecnodocência, realizado na Seara da Ciência (2016), evento promovido pela UFC, foram feitas considerações sobre o uso das TDICs, a partir da experiência de uma aula utilizando o *software* Intro à Frações, da qual se percebeu que o resultado seria maior se acompanhado do uso das TDICs em uma proposta construcionista (Costa *et al.*, 2016). Diante disto, o professor necessita aprimorar suas práticas pedagógicas relacionadas ao meio tecnológico a fim de melhorar a aprendizagem de conceitos e procedimentos da matemática, tendo a possibilidade de promover processos de aprendizagem amplos e críticos a partir das potencialidades que as TDICs podem oferecer para os ambientes educacionais.

Dessa forma, a utilização das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs), passa a ser auxiliadora nas diferentes formas de se construir o conhecimento nas escolas. Nesse sentido, elaborou-se o conceito de Materiais Autorais Digitais Educacionais (MADEs), os quais podem ser utilizados em aulas de diversos conteúdos, para os próprios estudantes criarem seus materiais digitais e aprendam novos conceitos e procedimentos, aliando àquilo que já sabem ao novo que devem apreender.

Os diversos MADEs podem ser classificados como audiovisual, rede social, jogos, *sites*, *blogs*, dentre outros. Segundo estudo de Seres e Basso (2009), a produção dos MADEs pode contribuir com os processos de ensino e de aprendizagem, a partir da oportunidade de modificar as iniciativas pedagógicas em sala de aula.

Lima *et al.* (2020) demonstram que essa perspectiva de transformação metodológica é possível no contexto de uso das TDICs na docência, contribuindo com a superação de dificuldades de compreensão conceitual e procedimental, além de possibilitar seu aprofundamento. Ao permitir essa possibilidade com ferramentas digitais aliados ao construcionismo, os estudantes podem construir saberes tecnológicos, pedagógicos e específicos de suas áreas do conhecimento.

3.4 O ensino de fração fazendo uso de jogos digitais no contexto construcionista

Entendendo a importância do construcionismo para o desenvolvimento de jogos digitais no processo de ensino e de aprendizagem de conteúdos vinculados à fração, buscou-se conhecer as produções acadêmico-científicas, bem como identificar lacunas do conhecimento relacionadas a esse objeto de estudo. As buscas realizadas sobre a utilização do construcionismo para o desenvolvimento de jogos digitais voltados para o ensino e a aprendizagem de Fração, foram realizadas no periódico Zetetiké¹; na Educação Matemática em Revista (EMR) ligada à Associação Brasileira de Educação Matemática²; no periódico Educação Matemática Pesquisa (EMP)³, e no banco de Dissertações do ENCIMA/UFC⁴.

A escolha desses periódicos, em específico, ocorreu pelo fato de serem alguns dos principais periódicos brasileiros destinados à divulgação de trabalhos científicos na área de Educação Matemática. A escolha pelo banco de dissertações do ENCIMA se justifica por

¹Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/zetetike/about>.

²Disponível em: <http://www.sbemrevista.com.br/revista/index.php/emr/index>.

³Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/emp/about>.

⁴Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/1417>.

reunir, há mais de uma década, produções voltadas também para a Educação Matemática. Além de contribuir para as pesquisas na área, esse acervo merece ser valorizado por trazer publicações mais próximas da realidade nordestina, contexto no qual este pesquisador está inserido.

O marco temporal utilizado compreendeu publicações dos últimos cinco anos (2019 a 2023). Para a busca dos trabalhos foram utilizados cinco descritores: construcionismo, fração, ensino de fração, jogo digital e *Wordwall*. Consideraram-se ainda os seguintes critérios de inclusão: artigos publicados em periódicos ou dissertações, artigos com resumos explícitos e arquivos no formato PDF.

A partir da investigação no *site* dos locais de busca, foi possível localizar um total de 19 produções acadêmico-científicas utilizando os cinco descritores supracitados (Tabela 1).

Tabela 1 – Número de obras encontradas por descritor

Periódicos/ Descritores	Construcionismo	Fração	Ensino de Fração	Jogo	<i>Wordwall</i>
Zetetiké	1	0	0	1	0
EMR	0	0	0	1	0
EMP	0	4	4	4	0
ENCIMA	2	0	0	2	0

Fonte: elaborada pelo autor (2023).

Das 19 produções acadêmico-científicas publicadas nos últimos cinco anos (2019 a 2023); dez relacionavam-se de forma mais direta com os descritores pré-estabelecidos, sendo seis selecionadas e analisadas a partir da leitura do título, do resumo, dos objetivos, da metodologia e dos resultados, por se aproximarem de maneira mais assertiva da temática da pesquisa.

No entanto, em nenhuma destas publicações foi possível encontrar obras que relacionassem as ideias do construcionismo à utilização de jogos digitais para o ensino e a aprendizagem de conteúdos de fração. Ainda assim, são apresentadas as seis obras selecionadas que se aproximam do tema.

Azevedo, Maltempi e Lyra-Silva (2020) utilizam o processo formativo do aluno em matemática: jogos digitais e tratamento de Parkinson no âmbito do projeto Mattics, norteadas pela pesquisa qualitativa. Mostram que cada vez mais o uso das tecnologias digitais tem se intensificado nos projetos das escolas nos processos de ensino e de aprendizagem em matemática. Identifica o construcionismo no movimento de aprendizagem na ação do

professor, no qual são debatidas, refletidas e sistematizadas, onde o aluno busca bem mais que conteúdos matemáticos, produzindo jogos digitais, embora algumas das ações são como meros transmissores de conteúdo.

O artigo utiliza a metáfora de Papert sobre máquinas voadoras, na qual as tecnologias digitais atuam como suporte necessário para resultados satisfatórios de aprendizagem, utilizando a produção de jogos que, mesmo com seu caráter lúdico, exigem esforço, disciplina e concentração, contrapondo-se à mecânica de repetição. Diante do estudo, fica claro que a produção de jogos digitais ultrapassa a fronteira e os muros da escola. Colocando a mão na massa na construção de artefatos tecnológicos digitais, os aprendizes interagem em sua formação, marca clara do construcionismo.

Hoffman, Brum e Santos-Wagner (2023) trazem recortes de estudos feitos sobre fração, entre os anos de 2020 e 2021, tendo como metodologia a reflexão sobre a prática de seis professoras, acerca de seus entendimentos e conhecimentos, com alternativas para questões de ensino e aprendizagem, utilizando o conceito de divisão de frações, diante de um diálogo com a Educação Matemática. Muitas das reflexões foram possibilitadas pelos encontros virtuais através do grupo de estudos em Educação Matemática do Espírito Santo. Os autores concordam com Harouani (2015), sobre o porquê o ensino da matemática, afinal, algumas vezes nem alunos, nem professores sabem dizer por que estudam matemática da forma apresentada nas escolas.

Constatam que a matemática não utiliza o que se usa nas ruas, feiras e questionam a necessidade do estudo das frações na escola básica. Hoffman, Brum e Santos-Wagner (2023 *apud* Hilton, 1980) denominam de aplicações enganosas, situações-problemas em que tentam criar o contexto para o uso de frações, chamando de pseudo-prática.

O artigo destaca o período pandêmico e os desafios enfrentados pelos professores, citando alguns destes: a aprendizagem de novas plataformas, preparação de aulas diferentes, procura de maneiras de conexões com outros saberes, contextualização e validação de práticas docentes, bem como a interação com os estudantes e a motivação em que o esforço e a criatividade foram demandas vencidas.

Mostram a fração como conteúdo desafiador. Cita como exemplos frações das diversas constituições dos entes federativos, como o uso de dois terços dos votos dos deputados para o início de um processo de *impeachment* do Presidente da República. Abordam a possibilidade do valor de uma aprendizagem pautada na interdisciplinaridade, os estudantes detentores de saberes e discutindo política e matemática nas escolas e em casa. Conclui-se que

o conteúdo divisão de fração tem o objetivo de flexibilizar o pensamento matemático, onde o estudante crie, explore, questione sem cair, como Cifuentes e Santos (2019, p. 2) chama de “aritimetização”, abrindo possibilidade de pensar de forma libertadora.

Guerreiro, Serrazina e Ponte (2018) trazem uma investigação baseada em *design* na modalidade de experiência de ensino em sala de aula. O artigo mostra as contribuições que a porcentagem indica caminhos para chegar ao número decimal e à fração, trazendo uma compreensão da natureza dos números racionais. Foram utilizadas experiências de sala de aula recolhidas em um diário de bordo com gravações de áudio, vídeo e produções escritas dos alunos. Utiliza-se a partir dos conhecimentos numéricos que os estudantes já possuem, mesmo que como declaram, a noção de número racional, embora fundamental, levanta fortes dificuldades aos alunos.

Os autores trazem contribuições de Moss e Case (1999), na construção do conhecimento da grandeza do número racional (decimal, porcentagem e fração). Trazem ideias de Van den Heuvel-Panhuizen (2003), de como a matemática é significativa para os alunos, envolvendo situações do mundo real, atribuindo significados. Para Moss (2002), os estudantes vão construindo um leque de aprendizagem nas quais se incluem forma flexível e indiferenciada das representações decimal, fração e porcentagem, bem como a ordenação e comparação, buscando estratégias de resolução para calcular números racionais e confiança para pensá-los.

Silva e Ferraz (2019) trazem uma pesquisa com as produções do período de 2009 a 2018, utilizando jogos digitais no ensino de matemática para alunos com deficiência intelectual. Os autores demonstram no artigo a tendência dos professores em reportar a falta de capacitação para lidar com os computadores, mesmo cientes de que o uso de jogos digitais traz benefícios na aprendizagem e na construção da autonomia dos estudantes. Os autores corroboram Alves e Coutinho (2016), mostrando evidências do crescimento na quantidade digital de jogos desenvolvidos para trabalhar os conteúdos em sala de aula.

Existem barreiras que precisam ser superadas, dentre elas, a falta de recursos de informática, bem como as mudanças nas estruturas dos laboratórios, a quantidade de máquinas e *softwares* e a necessidade de um professor de informática. Os autores propõem possibilidade e caminhos para a melhoria da tecnologia digital e o desenvolvimento de jogos digitais. Dentre estas, destaca-se a capacitação inicial e continuada dos professores, incluindo atividades pedagógicas.

Nestes temas os autores trazem Marinho (2013) e Poeta (2014), como iniciativas que vão mais longe, tratando o tema de desenvolvimento de jogos digitais, ampliando a discussão sobre a capacitação dos professores e aplicação de jogos digitais para os alunos, além de diretrizes claras para a utilização da tecnologia no cotidiano escolar. Observa-se ao fim, que os jogos digitais são ferramentas úteis para a diversificação de metodologias por parte do professor e ampliam sua quantidade de papéis assumidos ao longo do processo de ensino e colaboração para o aluno construir seu saber.

Frota (2023) apresenta uma pesquisa caracterizada como estudo de caso, composta por quatro grupos de estudantes do ensino médio, fazendo uso de planilha eletrônica, com abordagem construcionista na qual seja valorizado o aprender fazer do educando, colocando-o em situações remetidas a problemas financeiros do cotidiano para a aprendizagem de matemática financeira. A autora mostra como a matemática financeira desempenha um papel importante na vida de todos utilizando as tecnologias digitais, garantindo ainda que os estudantes sejam incentivados tornando-se protagonistas da sua própria aprendizagem.

Desenvolveram, ainda, habilidades de resolução de problemas, pensamento crítico, tomada de decisão e trabalho em equipe. Vale ressaltar o quão é significativo o papel que o professor desempenha, desafiando os estudantes, estimulando o pensamento crítico e promovendo a interação, desta forma o professor desenvolve e potencializa a aprendizagem dos estudantes e competências essenciais para sua vida profissional e acadêmica.

Sampaio (2023) indica as abordagens pedagógicas utilizadas ao longo da história nas aulas de matemática, onde se priorizam as aulas conteudistas, com memorização de fórmulas, conceitos e atividades de fixação em detrimento a uma metodologia construcionista apoiada pelas tecnologias digitais. A pesquisa, através de uma investigação baseada em estudo de caso, com abordagem qualitativa, analisou dezesseis estudantes do ensino médio desenvolvendo projetos científicos em planilhas eletrônicas, aprendendo conceitos e procedimentos de Estatística baseada em uma abordagem Construcionista.

A autora indica que as abordagens tradicionais geram uma certa aversão à estatística, limitando os estudantes no desenvolvimento da aprendizagem durante sua formação na educação básica. Utilizando a abordagem construcionista, a autora mostra as diversas ações que proporcionaram experiências práticas e concretas, permitindo aos estudantes desenvolverem seus conceitos e procedimentos de forma autônoma, participativa e contextualizada.

Mostra ainda que as atividades se tornam dinâmicas, permitindo o trabalho em equipe e a discussão de resultados, enriquecendo o processo de aprendizagem dos estudantes. É possível notar que a autora demonstra que os preceitos da tecnodocência e do construcionismo, colocam os alunos como protagonistas do processo de aprendizagem, diante de uma posição crítica e questionadora dos conhecimentos em construção.

Os trabalhos relacionados à utilização do construcionismo para o desenvolvimento de jogos digitais voltados para o ensino e a aprendizagem de fração, produzidos entre 2019 e 2023, demonstram que a utilização das tecnologias digitais tem se intensificado nas escolas nos processos de ensino e aprendizagem em matemática, onde o construcionismo atua como suporte necessário para resultados satisfatórios de aprendizagem, por meio da produção de jogos. Mostra-se a fração como conteúdo desafiador diante das diversas formas de apresentação (decimal, porcentagem e fração), a construção do conhecimento da grandeza do número racional, trazendo uma compreensão necessária dos números racionais e sua utilização no cotidiano. A fração deve desempenhar um papel importante na vida de todos.

No entanto, a escassa produção relativa ao objeto de estudo ressalta a importância da investigação proposta, em busca de pesquisas que determinem conceitos e estudos, uma vez que podem contribuir com reflexões e discussões relevantes a respeito dos desafios e possibilidades, funcionando como ferramenta para futuras pesquisas e troca de conhecimentos na utilização da proposta construcionista para o desenvolvimento de jogos digitais no contexto de ensino e aprendizagem de fração.

4 METODOLOGIA

“O que vale na vida não é o ponto de partida e sim a caminhada. Caminhando e semeando, no fim, terás o que colher” (Cora Coralina).

Com o intuito de alcançar o objetivo almejado da pesquisa“ avaliar de que forma a aplicação de uma proposta de sequência didática pautada nos pressupostos teóricos do construcionismo e da tecnodocência para o desenvolvimento de Materiais Autorais Digitais Educacionais (MADEs), influencia no processo de aprendizagem de conceitos e procedimentos de fração”, apresenta-se a organização metodológica adotada para o seu desenvolvimento, elencando-se seus elementos constituintes: delineamento e tipo de pesquisa; etapas da pesquisa; síntese metodológica; e, aspectos éticos e legais da pesquisa.

4.1 Aspectos éticos e legais da pesquisa

A proposta de pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em pesquisa da UFC sob o Parecer Consubstanciado nº. 7.087.697 datado de 19 de setembro 2024 (Anexo A). A submissão teve como proposta atender aos requisitos necessários para a realização dessa pesquisa, e para obtenção, análise e divulgação dos dados resultantes da investigação, ressaltando ainda que a pesquisa foi iniciada após a aprovação.

Em sua realização, foram obedecidos aos aspectos éticos e legais em conformidade com a Resolução nº. 510, de 07 de abril de 2016 do Conselho Nacional de Saúde (CNS) do Ministério da Saúde (MS). Essa resolução busca orientar que a ética em pesquisa implica o respeito pela dignidade humana e a proteção aos participantes, ressaltando que a ética do pesquisador e seu modo de agir demanda ação consciente e livre do participante

Foram apresentados o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Apêndice M) e o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) (Apêndice N), buscando a concordância dos participantes, por meio de assinatura, na execução da pesquisa e na divulgação dos resultados obtidos por meio dela. Nesse termo, assegura-se o anonimato dos estudantes, a fim de evitar eventuais constrangimentos. Aos estudantes são atribuídos códigos formados por uma letra e um número, a fim de diferenciá-los (S1 até S22). Da mesma forma se procede com os grupos (G1 até G5). Os códigos são atribuídos aos estudantes, seguindo a ordem

em que as respostas chegam no questionário inicial. Uma vez identificados, os estudantes e os grupos seguem com esse código nas demais fases da coleta de dados, a fim de facilitar a sistematização dos resultados.

4.2 Delineamento e tipo de pesquisa

A pesquisa apresenta uma abordagem qualitativa, pois segundo Tremblay (2010) apresenta crenças e princípios básicos como, por exemplo, a complexidade dos fenômenos e a não neutralidade do sujeito. Enquanto Bicudo (2006) engloba a ideia do subjetivo, existindo a possibilidade de interação entre o pesquisador, os estudantes e os objetivos da pesquisa, bem como pela característica de obtenção dos dados descritivos, que possibilita reconhecer determinados acontecimentos, podendo ocasionar melhores resultados.

Nas pesquisas qualitativas, os conceitos são formulados e aprimorados no decorrer da investigação. Conforme Sampieri, Callado e Lucio (2013), o pesquisador pode formular questionamentos e hipóteses antes, no decorrer da investigação e após a coleta e análise dos dados. Medeiros, Varela e Nunes (2017) indicam a abordagem qualitativa como flexível, o que não indica ausência de rigor metodológico.

Minayo e Sanches (1993) enfatizam que o enfoque qualitativo permite maior e melhor aproximação entre o sujeito e o objeto, além de se relacionar também com os motivos de desenvolvimento da pesquisa. Para Godoy (1995), as pesquisas qualitativas valorizam o contato direto do pesquisador com o local e o objeto da pesquisa. Yin (2016) apresenta cinco características que torna uma pesquisa como qualitativa: o estudo do significado da vida dos estudantes na sua realidade, representa o pensamento dos estudantes de maneira interpretativa, abrange as condições contextuais onde os estudantes estão inseridos, utiliza conceitos que auxilia na explicação do comportamento humano, e, utiliza múltiplas fontes de evidências a serem comparadas.

Dentro dessa perspectiva, a presente pesquisa se enquadra em todos os quesitos, uma vez que trabalha com estudantes em seu cotidiano escolar, utilizando conceitos teóricos sobre matemática e construcionismo; além disso, utiliza pelo menos três fontes de evidência diferenciadas (questionário inicial, relatórios de observação e questionário final) a serem comparadas de forma interpretativa, conforme evidenciado em subseção posterior sobre as etapas da pesquisa.

Quanto a seus objetivos, é classificada como exploratória, proporcionando ao pesquisador uma aproximação com o objeto de investigação durante a pesquisa, oferecendo informações e orientações que permitem ajustar as hipóteses. Gil (2008, p. 27) afirma que sua finalidade é “desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, tendo em vista a formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores”.

Trata-se de uma pesquisa de intervenção quanto ao delineamento, porque existe o envolvimento e a identificação do pesquisador com os estudantes da pesquisa. Visto que pressupõe ações planejadas no decorrer de sua realização, ocorrem intervenções que podem ou não modificar como os estudantes compreendem conceitos e procedimentos dos conteúdos de fração vinculados à pesquisa.

De acordo com Matos e Vieira (2001), na pesquisa de intervenção deve haver uma interação entre pesquisadores e sujeitos, mediante avaliações realizadas durante o processo. De acordo com Gomes e Gomes (2020), as pesquisas de intervenção são realizadas com e para os participantes, com a intenção de intervir na realidade social, no caso mais específico deste trabalho, na realidade educacional, verificando o impacto dessa intervenção como fenômeno científico.

A pesquisa, sendo de intervenção, fundamenta-se na proposta metodológica da pesquisa baseada em Design ou *Design Based Research* (DBR) definida por Guisasola *et al.* (2017), como uma metodologia padronizada para pesquisas que envolvem a aplicação de sequências didáticas. Esta proposta reconhece a importância teórica que busca estabelecer uma conexão com as intervenções aplicadas em sala de aula. Batista e Siqueira (2017) destacam que o objetivo da DBR é desenhar uma sequência didática para compreender as demandas teóricas de inovação curricular e transformá-las em conhecimentos práticos para a melhoria da aprendizagem dos estudantes, diante de uma proposta inovadora de ensino.

A DBR apresenta, portanto, cinco características que justificam sua aplicação como metodologia de pesquisa aplicável ao estudo de Sequências Didáticas (Batista; Siqueira, 2017):

- Característica 1 – estabelece uma relação entre os objetivos da pesquisa e os objetivos teóricos da Sequência Didática;
- Característica 2 – utiliza procedimentos para validar os conhecimentos dentro de um processo cíclico de desenho, aplicação, análise e redesenho;
- Característica 3 – qualifica os resultados obtidos com o compartilhamento de sua relevância a outros professores e pesquisadores;

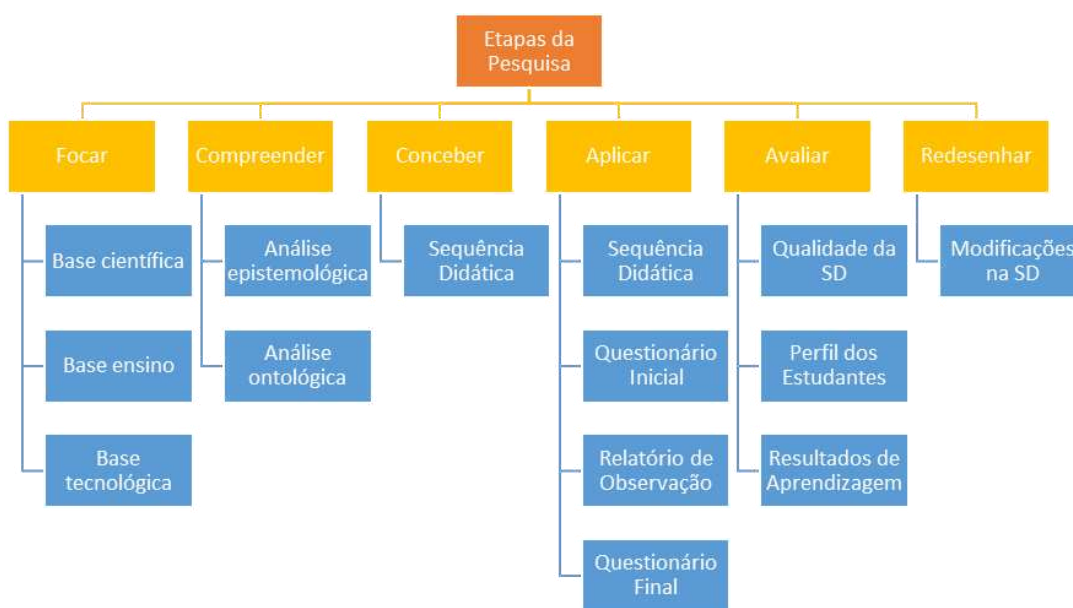
- Característica 4 – rende dados expressivos e compatíveis com demandas específicas de ensino, visto que trabalha com uma singularidade do contexto de aplicação;
- Característica 5 – conecta as aplicações e os resultados ao contexto de situações de ensino e de aprendizagem no cotidiano da sala de aula.

A DBR, portanto, subdivide-se em seis etapas elencadas e apresentadas de forma pormenorizada na seção subsequente.

4.3 Etapas da pesquisa

A pesquisa foi concebida em seis etapas, pautadas na proposta metodológica da DBR intituladas: focar, compreender, conceber, aplicar, avaliar e redesenhar (Figura 7).

Figura 7 – Caracterização das etapas da pesquisa



Fonte: elaborado pelo autor (2023).

As subseções a seguir, explicam os pormenores de cada etapa, evidenciando-se os instrumentos de coleta, armazenamento e análise de dados utilizados no processo de investigação.

4.3.1 Etapa 1 – focar

A primeira etapa da pesquisa pautou-se na primeira etapa da DBR, intitulada como “focar”. Nela, são definidas a base científica a ser investigada, fração; a base teórica de ensino e aprendizagem a ser utilizada na sequência didática, construcionismo e tecnodocência; além da base tecnológica digital escolhida a ser utilizada nas intervenções, jogos desenvolvidos no software *Wordwall*.

Essas definições se pautaram em problemas de pesquisa evidenciados pelo pesquisador em situação de ensino e aprendizagem, referendadas por pesquisas na área de Educação Matemática. Essa etapa foi apresentada no capítulo da Introdução deste documento.

4.3.2 Etapa 2 – compreender

A segunda etapa da pesquisa, pautou-se na segunda etapa da DBR, intitulada “compreender”. Nela, desenvolveu-se um estudo epistemológico e ontológico do conteúdo de fração; do construcionismo e da tecnodocência; do desenvolvimento de jogos e do *software Wordwall*.

Define-se por análise epistemológica o estudo sobre o histórico desses conhecimentos, no qual foram sendo desenvolvidos, as dificuldades inerentes a esses conteúdos, de acordo com os cientistas que os estudam, bem como os argumentos necessários para a construção de novos conceitos e modelos explicativos (Guisasola *et al.*, 2017). Enquanto a análise ontológica é o estudo dos conceitos, procedimentos e definições desses conhecimentos com base científica; dos conceitos e procedimentos que os estudantes trazem previamente; e da definição de indicadores de aprendizagem conceituais e procedimentais sobre esses conhecimentos, evidenciando os tipos e graus de dificuldade que os estudantes participantes da pesquisa puderam apresentar (Guisasola *et al.*, 2017).

É importante ressaltar que esse estudo foi preliminar, com o aprofundamento necessário para o embasamento teórico no desenvolvimento da pesquisa, não se tratando, portanto, de um estudo filosófico dos conteúdos das áreas de conhecimento elencadas.

Os indicadores de aprendizagem foram construídos em uma tabela que estabelece uma síntese entre os elementos epistemológicos e ontológicos, ressaltando-se o indicador de aprendizagem com diferenciação entre os indicadores conceituais (IC1, IC2, por exemplo) e os indicadores procedimentais (IP1, IP2, por exemplo); o conceito e sua respectiva definição; o

procedimento e suas respectivas técnicas e metodologias; o que o estudante deveria aprender; e quais suas possíveis dificuldades em relação a esse aspecto de aprendizagem (Apêndice A).

As investigações dessa etapa pautaram-se em pesquisa bibliográfica, com busca de informações em livros, teses, dissertações e periódicos vinculados a quatro áreas do conhecimento (Tabela 2). Os resultados dessa etapa foram apresentados no capítulo da Fundamentação Teórica deste documento.

Tabela 2 – Quantitativo do estudo bibliográfico por área de conhecimento

	Matemática – Fração	Construcionismo	Tecnodocência	Jogo digital/Wordwall
Livros	1	-	1	1
Teses	2	2	2	2
Dissertações	3	2	2	1
Periódicos	8	6	4	7

Fonte: elaborada pelo autor (2023).

Ao todo foram consultadas 44 obras, considerando-se três livros, oito teses, oito dissertações e 25 periódicos. Ressalta-se que os conteúdos conceituais e procedimentais foram estudados e destacados de obras clássicas publicadas, principalmente em livros, a partir de definições consolidadas por autores de destaque em suas respectivas áreas do conhecimento. Por outro lado, as publicações em teses, dissertações e periódicos foram escolhidas a partir de obras mais recentes, detendo-se, principalmente, nos últimos cinco anos de publicação. Dessa forma, é possível utilizá-las como base para comparação com os resultados obtidos nesta pesquisa, posteriormente.

4.3.3 Etapa 3 – *conceber*

A terceira etapa da pesquisa, pautou-se na terceira etapa da DBR, intitulada “conceber”. Nela, desenhou-se a sequência didática definida como o produto educacional produzido neste processo investigativo.

Inicialmente, foram definidos os objetivos de aprendizagem a serem alcançados com a aplicação da sequência didática. Para isso, consideram-se os obstáculos epistemológicos do conteúdo de fração, caracterizando possíveis problemas conceituais e procedimentais de aprendizagem; os tipos e graus de dificuldades que geralmente os estudantes apresentam

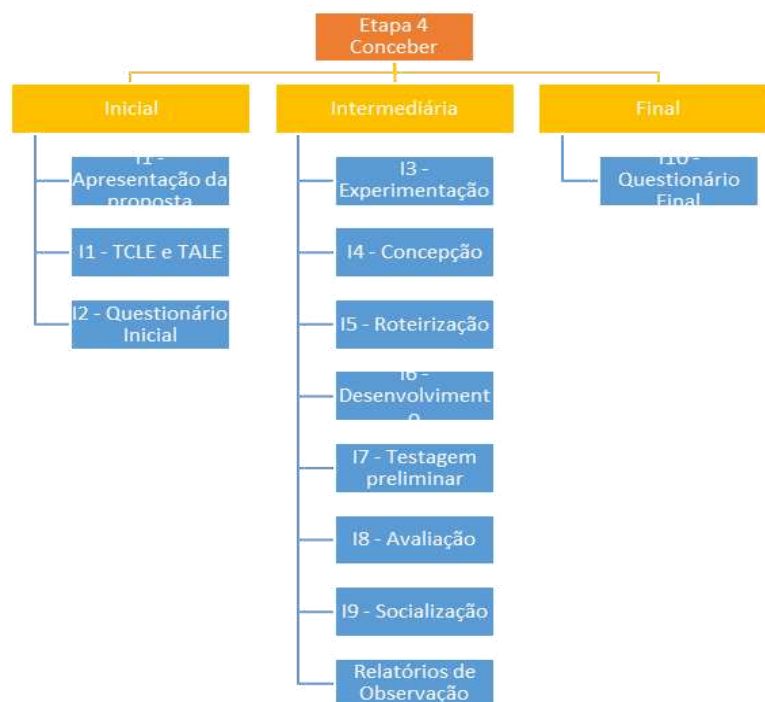
quando aprendem sobre os conceitos e os procedimentos de fração; e, os indicadores de aprendizagem desenvolvidos na Etapa 2 – Compreender.

Posteriormente, foram definidas as estratégias de aprendizagem, utilizando-se os objetivos e os indicadores de aprendizagem traçados anteriormente como base estrutural. Utilizando as cinco dimensões do construcionismo preconizadas por Papert (2008): pragmática, sintônica, sintática, semântica e social.

Os dez princípios da tecnodocência preconizados por Lima e Loureiro (2019): Princípio 1 - o professor aprendiz - o professor também é aprendiz; princípio 2 - a parceria mútua - o professor e o estudante são parceiros; princípio 3 - a construção do conhecimento - o conhecimento deve ser construído; princípio 4 - os conhecimentos prévios - a construção deve estar pautada nos conhecimentos prévios do aprendiz; princípio 5 - a base epistemológica - a base de integração dos conhecimentos deve ser interdisciplinar ou transdisciplinar; princípio 6 - a prática fundamentada - o professor deve fundamentar a prática docente; princípio 7 - as metodologias flexíveis - métodos, estratégias e técnicas devem ser flexíveis; princípio 8 - o desenvolvedor consciente - aprendiz é desenvolvedor de processos, produtos e conhecimentos; princípio 9 - a transformação da docência - docência se transforma com a integração das TDICs; princípio 10 - a transformação das TDICs - TDICs se transformam com a integração da docência, além da compreensão teórica do conceito de MADE que deve ser desenvolvido utilizando os cinco passos: criação, planejamento, execução, reflexão e avaliação (Lima; Loureiro, 2016).

A sequência didática é composta por dez intervenções, distribuídas em três grandes partes: inicial, intermediária e final (Figura 8).

Figura 8 – Caracterização da Etapa 3 – Conceber



Fonte: elaborado pelo autor (2023).

O desenho da parte inicial, preconiza duas ações. A primeira tratou da apresentação prévia da proposta de ensino, detalhando cada etapa, bem como as autorizações para participação da pesquisa com a aplicação do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Apêndice L), junto aos responsáveis dos estudantes e do Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) (Apêndice M), junto aos estudantes.

A segunda intervenção preconizou a aplicação do questionário inicial (Apêndice B), com a coleta de dados personográficos sobre o perfil dos estudantes; conceituais e procedimentais sobre o conteúdo de fração, considerando-se os tipos e graus de dificuldade que podem apresentar. O questionário inicial foi elaborado no *Google Forms*, composto por 33 questões, subdivididas da seguinte maneira: 19 questões personográficas, oito questões conceituais e seis questões procedimentais. Os resultados obtidos foram lançados na Tabela de Indicadores de Aprendizagem (Apêndice A). Essa ação facilitou o processo de análise das informações por meio de comparações futuras.

O desenho da segunda parte, intermediária, iniciou com a subdivisão dos estudantes em cinco grupos de quatro ou cinco integrantes cada, para desenvolverem os MADEs pautados no *software Wordwall*, subdivididos em sete intervenções: experimentação, concepção, roteirização, desenvolvimento, testagem preliminar, avaliação e socialização (Figura 8). É

importante ressaltar que, para cada intervenção, foram utilizados pelo pesquisador Relatórios de Observação (Apêndice C). Os resultados conceituais e procedimentais foram extraídos e lançados na Tabela de Indicadores de Aprendizagem para posteriores comparações (Apêndice A).

Na terceira intervenção, experimentação, os grupos utilizaram um MADE similar ao que iriam desenvolver, apresentando os mesmos conteúdos científicos, com o mesmo modelo no *Wordwall*. Dessa forma, foi possível verificar o que os estudantes compreendiam sobre os conceitos e os procedimentos do conceito de fração em situações-problema, bem como se identificaram as dificuldades que apresentavam em relação ao uso do *Wordwall*.

Na quarta intervenção, concepção, os grupos trabalharam com ideias iniciais sobre o que queriam desenvolver, pesquisaram em livros didáticos e na internet os conceitos e os procedimentos básicos vinculados ao conteúdo de fração e realizaram o desenho da proposta com base no estudo mais aprofundado do *Wordwall*. Para isso, preencheram a Parte 1 do documento intitulado Roteiro do MADE (Apêndice E).

Na quinta intervenção, roteirização, os grupos construíram os conteúdos que foram inseridos no MADE, fazendo uso das ideias concebidas anteriormente com base nas estruturas do *Wordwall*. As informações foram inseridas na Parte 2 do documento intitulado Roteiro do MADE (Apêndice E).

Na sexta intervenção, desenvolvimento, os grupos utilizaram o *software Wordwall*, colocando em prática os elementos que constavam no roteiro elaborado, com eventuais pesquisas sobre seu funcionamento. Ao final, o MADE desenvolvido foi publicado na internet, com armazenamento do *link* definido. O pesquisador, além do Relatório de Observação, nesta intervenção, coletou as telas produzidas por cada grupo e as armazenou em um relatório de observação complementar intitulado Relatório dos MADEs, com informações detalhadas de cada MADE desenvolvido (Apêndice F).

Na sétima intervenção, testagem preliminar, o MADE produzido foi testado no grupo desenvolvedor para que reflexões sobre os conteúdos científicos e tecnológicos digitais fossem realizadas, com posteriores modificações e ajustes caso fosse necessário. Para isso, os estudantes preencheram o Relatório de Testagem Preliminar do respectivo MADE vinculado ao seu grupo (Apêndice G).

Na oitava intervenção, avaliação, o MADE produzido foi testado fora do grupo, ou seja, ocorreu um rodízio dos MADEs desenvolvidos entre os grupos para promover uma verificação dos conteúdos conceituais e procedimentais dos conteúdos de fração inseridos nos

MADEs, com posteriores modificações e ajustes caso fosse necessário. Para isso, os estudantes preencheram o Relatório de Avaliação do MADE vinculado a outros grupos, determinados, posteriormente, pelo próprio pesquisador, considerando-se, sobretudo, o tempo disponível para a intervenção e o tempo que cada grupo se dedicou ao uso do MADE em avaliação (Apêndice H).

Na nona intervenção, socialização, os conceitos e os procedimentos de fração foram generalizados por meio de diálogo entre professor e grupos de estudantes. As experiências, aprendizagens e dificuldades dos estudantes foram apresentadas por cada grupo para poderem conhecer os processos vivenciados por todos na experiência da aplicação da sequência didática. Ao final do processo, os estudantes preencheram um formulário intitulado Questionário de Autoavaliação (Apêndice I), para que as ideias mencionadas verbalmente ficassem registradas para comparações futuras no processo de análise de dados.

O desenho da terceira parte, final, preconizou a décima intervenção com a captação dos conhecimentos *a posteriori* dos estudantes, individualmente, ao responderem o questionário final sobre os conceitos e os procedimentos dos conteúdos de fração. Para isso, utilizou-se como instrumento de coleta de dados o questionário final (Apêndice D) elaborado no *Google Forms*, composto por 14 questões, subdivididas da seguinte maneira: oito questões conceituais e seis questões procedimentais semelhantes às questões apresentadas no questionário inicial. Os resultados obtidos foram lançados na Tabela de Indicadores de Aprendizagem (Apêndice A), para comparações futuras no processo de análise de dados.

4.3.4 Etapa 4 – aplicar

A quarta etapa da pesquisa pautou-se na quarta etapa da DBR intitulada 'Aplicar'. Nela, a Sequência Didática concebida e definida como o Produto Educacional foi aplicada em sala de aula com 22 estudantes do 8º ano do turno vespertino da Escola Municipal localizada em uma comunidade inserida no bairro Sapiranga-Coité. Os detalhes dessas informações são apresentados nas próximas subseções 4.2.4.1 e 4.2.4.2, respectivamente.

4.3.4.1 Sujeitos da pesquisa

A aplicação da pesquisa ocorreu com 22 estudantes de uma turma do 8º ano do Ensino Fundamental matriculados no turno vespertino. Os estudantes da pesquisa têm faixa

etária entre 13 e 16 anos, participando de uma turma mista, com estudantes dos gêneros feminino e masculino. O pesquisador era professor da escola, relacionando diretamente a escolha da escola e da turma, além de possuir contato direto com os estudantes. Esse aspecto auxiliou no desenvolvimento da pesquisa, pois existia um conhecimento prévio acerca das dificuldades dos estudantes sobre fração que puderam surgir no decorrer da investigação. Além disso, havia uma relação entre professor e estudantes da pesquisa, que foi relevante durante a realização das intervenções em sala de aula.

Para incluir os dados dos estudantes nos resultados da pesquisa, estes deveriam participar de todas as intervenções da sequência didática e preencher todos os instrumentos de coleta de dados, a fim de possibilitar a comparação adequada dos resultados obtidos em todos os momentos de aplicação da sequência didática. Outro critério utilizado foi a autorização por meio do consentimento dos pais ou responsáveis e do assentimento dos próprios estudantes. Aqueles que rejeitaram a participação tiveram os dados excluídos da análise, sem qualquer tipo de sanção aos estudantes. Estes foram avaliados durante o processo, sendo atribuída uma pontuação que constou para avaliação na escola.

A escola contava com duas turmas de 8º ano, sendo uma em cada turno (matutino e vespertino). Optou-se por uma turma do turno da tarde por apresentar algumas características importantes que auxiliaram no desenvolvimento da pesquisa, tais como: quantidade de estudantes ideais para a divisão das equipes durante as intervenções em sala de aula; turma participativa; e maior quantidade de presença em sala de aula. É importante ressaltar que a escolha do turno vespertino ocorreu pelo fato de os estudantes, desde o ano anterior, já trabalharem com o pesquisador.

A disciplina de Matemática faz parte da grade curricular do Ensino Fundamental dos anos finais da rede municipal de Fortaleza. É dividida geralmente em cinco partes, sendo: Números; Grandezas e Medidas; Geometria; Álgebra; e Probabilidade e Estatística. Semanalmente, eram ministradas quatro aulas, cada uma com duração de 55 minutos, para as turmas de 8º ano, ocorrendo às segundas e terças-feiras.

4.3.4.2 Contextualização do lócus da pesquisa

A escola municipal conta com uma sede localizada no bairro Sapiranga-Coité, e uma creche, localizada no bairro Edson Queiroz. São ofertadas aulas para um total de 962 estudantes. Dessa quantidade, 880 estudantes estão matriculados na sede, enquanto 82 estão na

creche. A Escola oferece aulas para o público que vai da Pré-Escola (Educação Infantil) até os anos finais do Ensino Fundamental, oferecendo as aulas nos turnos manhã e tarde.

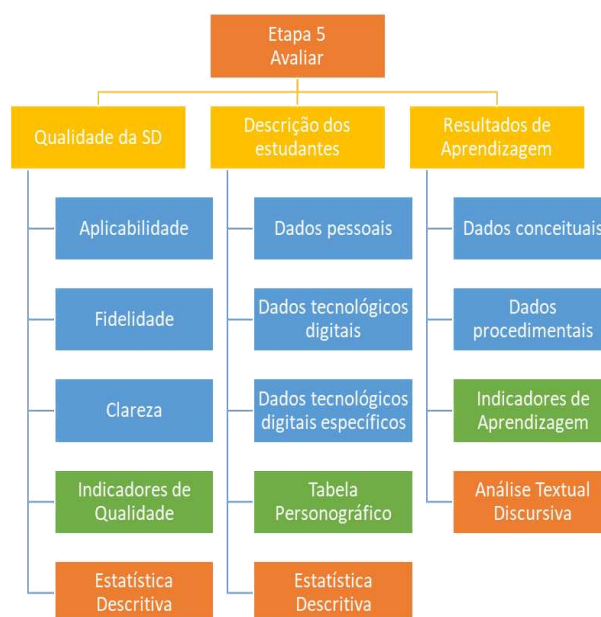
A Escola foi fundada em 1993, sendo o primeiro dia de aula na instituição em 23 de março do referido ano. Atualmente, a escola passa por uma requalificação em todo seu prédio. Quanto à estrutura do espaço escolar, conta-se atualmente com cinco salas de aula para as turmas dos Anos Finais do Ensino Fundamental, uma sala de informática com equipamentos de tecnologia e acesso à internet, uma sala para Atendimento Educacional Especializado (AEE), um pátio, uma cantina, uma biblioteca e dois banheiros. A instituição não possui refeitório, os estudantes utilizam o pátio ou a sala de aula para realizarem as refeições. A escola disponibiliza três redes de internet aos funcionários. No entanto, os estudantes não têm acesso, somente mediante a realização de alguma atividade programada pelo professor, nesse caso é liberado o uso de celulares e os estudantes recebem um *login* para acesso à internet.

A pesquisa ocorre nesse *lócus* entre os dias 03/08/24 e 12/11/24, com encontros às segundas-feiras, no turno da tarde, entre 13 e 15 horas. Cada encontro tem, portanto, duração de 110 minutos e ocorre especificamente na sala de aula ou no laboratório de informática.

4.3.5 Etapa 5 – avaliar

A quinta etapa da pesquisa, pautou-se na quinta etapa da DBR intitulada “Avaliar”. Nela, a sequência didática concebida e definida como produto educacional foi avaliada de acordo com três critérios: análise da qualidade da sequência didática, descrição do perfil dos estudantes e análise dos resultados de aprendizagem dos estudantes (Figura 9).

Figura 9 – Caracterização da etapa 5 – avaliar



Fonte: elaborado pelo autor (2023).

Nos próximos subitens são apresentadas as descrições de cada um dos três critérios, de acordo com a ilustração da Figura 9.

4.3.5.1 Análise da qualidade da sequência didática

Em relação ao primeiro critério, análise da qualidade da sequência didática, foram estudados três elementos: aplicabilidade da sequência didática, fidelidade da sequência didática e clareza das atividades propostas na sequência didática, conforme os pressupostos teóricos apresentados por Guisasola *et al.* (2017).

Quanto ao primeiro elemento, aplicabilidade da sequência didática, foi analisado quantitativamente, o cumprimento ou descumprimento do que foi previsto na sequência didática em relação às seguintes categorias: data prevista para as intervenções, tempo previsto para cada uma delas, número de estudantes participantes e de seus respectivos grupos, recursos e instrumentos utilizados nas intervenções e quantidade total de intervenções previstas. Em todas as situações são apresentadas sugestões de mudança para aplicação e avaliação futura da SD.

Quanto ao segundo elemento, fidelidade da sequência didática, analisou-se, quantitativamente, a utilização ou não utilização das propostas teóricas vinculadas às seguintes categorias: conceito e definições de fração, pressupostos teóricos da tecnodocência, dimensões

do construcionismo, jogo no *software Wordwall*, competências elencadas da BNCC, objetivo geral da SD e aqueles especificamente traçados para cada intervenção, avaliação dos estudantes, e atividades previstas na SD.

Sobre o terceiro elemento, clareza das atividades propostas na sequência didática, analisou-se, quantitativamente, se os estudantes tiveram ou não compreensão em relação às seguintes categorias: desenvolvimento das atividades propostas na SD e uso dos instrumentos propostos para preenchimento em cada intervenção da SD.

As comparações entre a proposta da sequência didática e os resultados do Relatório de Observação, foram realizadas na Tabela de Indicadores de Qualidade da Sequência Didática (Apêndice J), a partir da comparação entre o que está proposto na sequência didática e o que foi executado; conforme os relatos apresentados no Relatório de Observação para cada intervenção (Apêndice C), a fim de constatar semelhanças e diferenças estruturais que podem auxiliar na construção do redesenho da sequência didática posteriormente.

Para isso, utilizaram-se, qualitativamente, as sugestões apresentadas pelo pesquisador no decorrer da coleta de dados para incrementar o redesenho da sequência didática como produto educacional; e, quantitativamente, a estatística descritiva por meio do cálculo da frequência relativa dos aspectos, que foram cumpridos, utilizados e compreendidos (%Sim), respectivamente, em cada categoria dos elementos de análise para cada intervenção. Posteriormente, calculou-se a média desses resultados para cada elemento; em seguida, calculou-se a média geral para classificar a qualidade da sequência didática com base na Escala *Likert*, de acordo com os critérios do Quadro 1 (Lima; Loureiro, 2024).

Quadro 1 – Critérios de avaliação da qualidade da SD

Média %Sim	Qualidade
[0, 20]	Péssima
]20, 40]	Ruim
]40, 60]	Regular
]60, 80]	Boa
]80, 100]	Ótima

Fonte: Lima e Loureiro (2024).

No caso de qualidade péssima ou ruim, foi necessário pensar no redesenho de toda a proposta da sequência didática, antes de posterior reaplicação. No caso de qualidade regular, foi necessário pensar no redesenho dos elementos problemáticos da sequência didática, efetuando-se alterações pontuais antes de posterior reaplicação. Quanto ao caso de qualidade

boa ou ótima, pode-se ou não realizar modificações na sequência didática para posterior reaplicação.

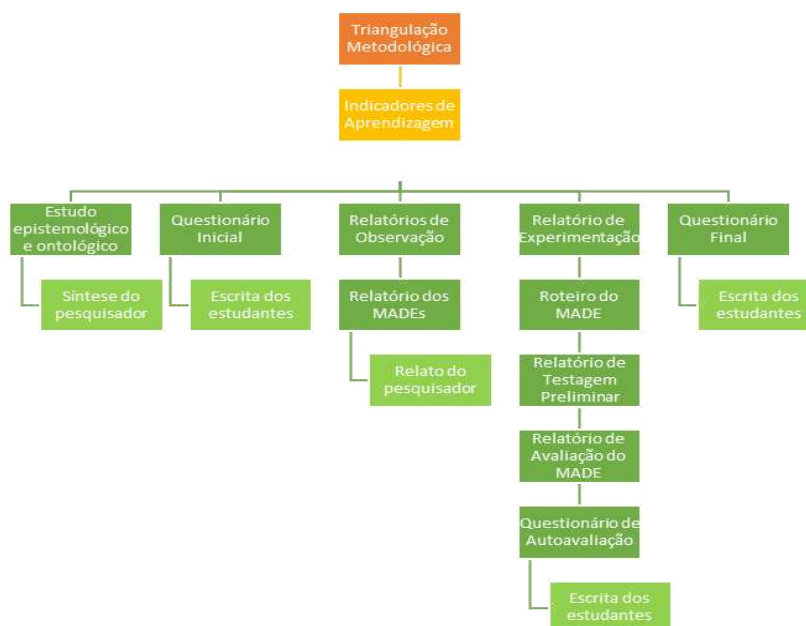
4.3.5.2 Descrição do perfil dos estudantes

Em relação ao segundo critério, descrição do perfil dos estudantes, os dados personográficos coletados a partir da aplicação do Questionário Inicial (Apêndice B) são tabulados em planilha eletrônica com tratamento pautado em Estatística Descritiva, a partir do cálculo das frequências absoluta e relativa para cada item que se subdividem em três categorias: dados pessoais (idade, gênero, interesses pessoais, dentre outros); dados tecnológicos digitais (equipamentos digitais, recursos digitais, uso pessoal, uso na escola, dentre outros); e, dados tecnológicos digitais específicos (uso de jogo no *software Wordwall*). Para isso, recorre-se a um Relatório Personográfico em formato de planilha eletrônica (Apêndice L).

4.3.5.3 Análise dos resultados de aprendizagem

Em relação ao terceiro critério, análise dos resultados de aprendizagem dos estudantes, foram avaliados como os conteúdos conceituais e procedimentais foram aprendidos pelos estudantes antes, durante e depois da aplicação da SD em sala de aula. Para esta finalidade, a análise se pauta em uma adaptação da Análise Textual Discursiva (ATD). Trata-se de uma análise para pesquisas qualitativas que busca uma convergência entre a Análise de Conteúdo e a Análise de Discurso, de tal forma que possibilite uma compreensão do pesquisador sobre a produção de significados sobre o fenômeno investigado (Moraes; Galiazzi, 2006). A ATD é, portanto, composta por cinco etapas: unitarização, categorização, descrição, interpretação e argumentação.

Figura 10 – Análise dos resultados de aprendizagem



Fonte: elaborado pelo autor (2024).

Por se tratar de uma adaptação, as etapas 1 e 2, unitarização e categorização, foram construídas, *a priori*, diante da utilização de categorias previamente definidas: acerto e erro (Lima; Loureiro, 2024).

Em relação ao conteúdo conceitual, a categoria acerto (A) diz respeito à adequação parcial ou completa da definição apresentada pelos estudantes em comparação à definição, apresentada pelos autores utilizados na fundamentação teórica. Sendo assim, foram utilizadas duas subcategorias: acerto parcial (A1), quando os estudantes trazem elementos que compõem a definição do conceito adequadamente, mas de forma incompleta; acerto completo (A2), quando os estudantes contemplam em suas definições todos os elementos necessários à composição da definição do conceito avaliado.

A categoria erro (E), por sua vez, diz respeito a não adequação da definição apresentada pelos estudantes em comparação à definição apresentada pelos autores na fundamentação teórica. Sendo assim, foram utilizadas três subcategorias: incipiente (E1) quando os estudantes afirmam não saber a definição ou copiam a definição de outras fontes de informação; inadequado (E2) quando os estudantes contemplam em suas definições argumentos que não condizem às definições apresentadas pelos autores utilizados na fundamentação teórica; troca conceitual (E3) quando os estudantes trocam a definição de um conceito pela definição de outro conceito.

Em relação ao conteúdo procedimental, a categoria acerto (A1) diz respeito ao uso correto do raciocínio lógico e à utilização correta do algoritmo de cálculo pelos estudantes na solução de problemas ou operações matemáticas. Não há subcategorias.

A categoria erro (E), por sua vez, diz respeito à falta de conhecimento ou erros procedimentais cometidos pelos estudantes na solução de problemas, ou operações matemáticas. Sendo assim, foram utilizadas quatro subcategorias: incipiente (E1) quando os estudantes afirmam não saber o procedimento; erro total (E2) quando os estudantes fazem uso incorreto do raciocínio lógico e do algoritmo de cálculo; erro parcial a (E3) quando os estudantes fazem uso incorreto do raciocínio lógico e uso correto do algoritmo de cálculo; e, erro parcial b (E4) quando os estudantes fazem uso correto do raciocínio lógico e uso incorreto do algoritmo de cálculo.

É importante ressaltar que a numeração atribuída às subcategorias de cada categoria, apresenta um nível crescente de conhecimento, de tal forma que, hierarquicamente, na categoria acerto, A1, revela que o estudante está em um nível em que apresenta menos conhecimentos do que A2. O mesmo ocorre com a categoria erro, E1, ao revelar que o estudante está em um nível em que apresenta menos conhecimentos do que E2, e assim, sucessivamente até E4. Mantendo essa linha de raciocínio, portanto, qualquer subcategoria E, revela que o estudante está em um nível que representa menos conhecimentos do que qualquer subcategoria A.

Para facilitar o processo de análise, utiliza-se, portanto, o seguinte resumo (Quadro 2).

Quadro 2 – Resumo das categorias e subcategorias de acordo com o conteúdo

Conceitual				Procedimental			
Acerto	Significado	Erro	Significado	Acerto	Significado	Erro	Significado
A1	Parcial	E1	Não sabe ou Cópia (Incipiente)	A	Raciocínio Correto E Cálculo Correto	E1	Não sabe (Incipiente)
A2	Completo	E2	Inadequado			E2	Raciocínio Incorreto e Cálculo Incorreto (erro total)
		E3	Troca Conceitual			E3	Raciocínio Incorreto e Cálculo Correto (erro parcial a)
						E4	Raciocínio Correto e Cálculo Incorreto (erro parcial b)

Fonte: Lima e Loureiro (2024).

As categorias e subcategorias, explicitadas no Quadro 2, foram aplicadas às respostas dos estudantes, individualmente, vinculadas ao Questionário Inicial (Apêndice B) e ao Questionário Final (Apêndice D). Para que se torne possível averiguar qual é a situação da aprendizagem dos estudantes, realizou-se uma comparação dessas classificações, inserindo-as na Tabela de Indicadores de Aprendizagem (Apêndice A).

A combinação das subcategorias de acerto e de erro, geram um total de 50 possibilidades que podem ser agrupadas em três categorias: processo de aprendizagem, estagnação da aprendizagem e finalização da aprendizagem. A categoria processo de aprendizagem, por sua vez, subdivide-se em três subcategorias: superação, aprofundamento e retrocesso.

Considera-se que os estudantes estão em processo de aprendizagem, quando saem de uma condição inicial de erro ou acerto e se movimentam para uma condição final diferente da inicial. Sendo assim, caracteriza-se uma superação quando o estudante sai de uma categoria com nível menor para uma categoria com nível maior, denotando que houve um crescimento em termos de conhecimento.

Caracteriza-se um aprofundamento em uma condição especial, na qual o estudante sai de uma categoria inferior de acerto para uma superior também de acerto, denotando que houve uma complementação do conhecimento do estudante. Portanto, o aprofundamento só ocorre para a avaliação de conteúdos conceituais (Quadro 3). Caracteriza-se um retrocesso quando o estudante sai de uma categoria com nível maior para uma categoria com nível menor, denotando que o processo de aprendizagem se faz presente, uma vez que recuar na compreensão conceitual ou procedimental pode indicar um desequilíbrio esperado no processo (Piaget, 1998).

Quadro 3 – Avaliação da aprendizagem dos estudantes

Avaliação	Situação	Código	Conceitual		Procedimental	
			Inst. 1 ⁵	Inst. 2	Inst. 1	Inst. 2
Processo de Aprendizagem	Superação	PAS			E4	A
			E3	A1 ou A2	E3	E4 ou A
			E2	E3 ou A1, ou A2	E2	E3 ou E4, ou A
			E1	E2 ou E3, ou A1, ou A2	E1	E2 ou E3, ou E4, ou A
	Aprofundamento	PAA	A1	A2		

⁵Descrição dos instrumentos.

	Retrocesso	PAR	A2	A1 ou E3 ou E2 ou E1	A	E4 ou E3, ou E2, ou E1
			A1	E3 ou E2, ou E1	E4	E3 ou E2, ou E1
			E3	E2 ou E1	E3	E2 ou E1
			E2	E1	E2	E1
Estagnação da Aprendizagem		EA	A1	A1	E1	E1
			E1	E1	E2	E2
			E2	E2	E3	E3
Finalização da Aprendizagem			E3	E3	E4	E4
		FA	A2	A2	A	A

Fonte: adaptado de Lima e Loureiro (2024).

A estagnação, por sua vez, ocorre quando o estudante continua com a categoria de mesmo nível, denotando que não houve mudança em termos de aprendizagem (Quadro 3). O aprendizado ocorre quando, do primeiro instrumento para o segundo, o estudante permanece com a categoria de nível hierárquico máximo no mesmo nível, A2 para conceitos, A1 para procedimentos, denotando que não houve mudança em termos de aprendizagem, porque o estudante já alcançou uma compreensão completa sobre o conceito do ponto de vista acadêmico desde o início do processo. Classifica-se, portanto, como aprendizagem finalizada, pelo menos temporariamente, enquanto ocorre a aplicação da Sequência Didática (Quadro 3).

Finalizadas as duas primeiras etapas da ATD, adentrou-se às próximas três etapas. Na etapa 3, descrição, são apresentados recortes dos textos escritos pelos estudantes nos Questionários Inicial e Final para cada categoria vinculada à classificação da aprendizagem: processo de aprendizagem (superação, aprofundamento, retrocesso), estagnação e finalização, em relação a cada conceito ou procedimento investigado.

Na etapa 4, interpretação, diante de uma leitura aprofundada da fundamentação teórica utilizada para o embasamento da pesquisa, são estabelecidas conexões entre as descrições desenvolvidas anteriormente, vinculadas a cada categoria da classificação da aprendizagem, e os aspectos teóricos, considerando-se os autores clássicos e as pesquisas mais recentes sobre o tema.

Na etapa 5, argumentação, construiu-se um metatexto descritivo a partir de inferências realizadas durante toda a análise de dados, mas, sobretudo, na etapa anterior relacionada à interpretação, em relação à cada categoria da classificação da aprendizagem, e ao fenômeno investigado como um todo. Dessa forma, segundo Moraes e Galiazzi (2006), ocorre

a consolidação dos elementos introdutórios e as relações estabelecidas entre as unidades de significado e o referencial teórico utilizado.

Considera-se que os fatores identificados na SD, que levaram à estagnação da aprendizagem, mais especificamente, precisam ser repensados e modificados por meio de apontamentos apresentados em seu redesenho.

4.3.6 Etapa 6 – redesenhar

A sexta etapa da pesquisa pauta-se na sexta etapa da DBR, intitulada “Redesenhar”. São propostas modificações na sequência didática com base nos dados analisados e nos resultados obtidos na Etapa 5 - Avaliar. Foram utilizadas para o redesenho dois critérios elencados: análise da qualidade da sequência didática (aplicabilidade, fidelidade e clareza) e análise dos resultados de aprendizagem.

No tocante à análise da qualidade da sequência didática, foi sugerido um redesenho de toda a proposta da sequência didática caso apresente qualidade péssima ou ruim; foram sugeridas mudanças pontuais, em elementos específicos de cada intervenção, caso apresente qualidade regular; foram sugeridas mudanças esporádicas, considerando-se o contexto de aplicação, caso apresente qualidade boa ou ótima.

No tocante à análise dos resultados de aprendizagem, foi sugerido um redesenho apenas nas atividades propostas na sequência didática, vinculadas às intervenções que apresentaram indícios de problemas de aprendizagem ou estagnação, de acordo com os critérios de avaliação apresentados na etapa anterior.

As indicações de redesenho foram inseridas na própria sequência didática, finalizando-a como produto educacional. Para essa finalidade, foram utilizados o Relatório de Observação (Apêndice C) de cada intervenção, a Tabela de Indicadores de Qualidade da Sequência Didática (Apêndice J) e a Tabela de Indicadores de Aprendizagem (Apêndice A).

A proposta da DBR apresentada por Guisasola *et al.* (2017) sugere que após o redesenho, a sequência didática seja reaplicada e reavaliada. No entanto, como a pesquisa de mestrado se limita a dois anos, torna-se impraticável a reaplicação da sequência didática neste momento de pesquisa. No entanto, os elementos de redesenho foram apresentados para serem reavaliados, posteriormente, diante do desenvolvimento de projetos futuros ou por outros pesquisadores que se interessem pela proposta.

4.4 Síntese metodológica

Para atender ao objetivo geral da pesquisa que se trata de “Avaliar de que forma a aplicação de uma proposta de sequência didática pautada nos pressupostos teóricos do construcionismo e da tecnodocência para o desenvolvimento de Materiais Autorais Digitais Educacionais (MADEs), fazendo uso do *software Wordwall* para o desenvolvimento de jogos por estudantes de 8º ano do Ensino Fundamental, influencia no processo de aprendizagem de conceitos e procedimentos de fração”, foi traçada uma síntese que articula as perguntas de partida com os objetivos específicos traçados juntamente com os instrumentos de coleta de dados (Quadro 4).

Quadro 4 – Síntese metodológica

Pergunta de partida	Objetivo específico	Instrumento de coleta de dados
De que forma é possível desenhar uma sequência didática utilizando como base os pressupostos teóricos do construcionismo e da tecnodocência, a partir do desenvolvimento de MADEs com o <i>software Wordwall</i> para o desenvolvimento de jogos?	Desenhar uma sequência didática para o ensino e a aprendizagem do conteúdo de fração com base nos pressupostos teóricos do construcionismo e da tecnodocência, fazendo uso do <i>software Wordwall</i> para o desenvolvimento de Materiais Autorais Digitais Educacionais (MADEs), a partir de suas análises epistemológicas e ontológicas.	Produto Educacional (Sequência Didática)
Qual é o nível de qualidade da Sequência Didática desenhada, considerando-se os aspectos da aplicabilidade, fidelidade e clareza quando aplicada junto aos estudantes de 8º ano do Ensino Fundamental?	Analisar a qualidade da Sequência Didática comparando-se a proposta inicial aos resultados obtidos após sua aplicação em sala de aula no contexto pessoal e escolar dos estudantes de 8º ano do Ensino Fundamental a partir de seu perfil personográfico.	Produto Educacional (Sequência Didática); Relatórios de Observação (10 intervenções) (Apêndice C); Tabela de Indicadores de Qualidade da Sequência Didática (Apêndice J); Relatório do Personográfico (Apêndice K).
Quais dificuldades conceituais e procedimentais os estudantes de 8º ano do Ensino Fundamental apresentam em relação ao conteúdo de Fração dentro do seu contexto pessoal e escolar?	Analisar os resultados de aprendizagem dos estudantes do 8º ano do ensino fundamental comparando-se os conhecimentos prévios que apresentam sobre os conceitos e os procedimentos do	Tabela de Indicadores de Aprendizagem (Apêndice A);

De que forma o desenvolvimento de MADEs com base no <i>software Wordwall</i> para o desenvolvimento de jogos a partir da sequência didática desenvolvida pautada no construcionismo e na tecnodocência, influencia na compreensão que os estudantes de 8º ano do ensino fundamental apresentam sobre os conceitos e os procedimentos do conteúdo de fração? Quais semelhanças e diferenças conceituais e procedimentais sobre o conteúdo de fração ficam evidentes, quando são comparados os conhecimentos prévios dos estudantes de 8º ano do ensino fundamental com os conhecimentos adquiridos durante e após a aplicação da sequência didática a partir do desenvolvimento de MADEs com base no <i>software Wordwall</i> para o desenvolvimento de jogos?	conteúdo de fração àqueles obtidos durante e após o desenvolvimento da sequência didática, dentro de seu contexto pessoal e escolar a partir de seu perfil personográfico.	Questionários Inicial, Autoavaliação e Final (Apêndices B, I, D); Relatórios de Observação (Apêndice C); Roteiro do MADE (Apêndice E); Relatórios específicos (F, G, H); Relatório do Personográfico (Apêndice K)
Quais elementos da Sequência Didática precisam ser alterados após sua aplicação em sala de aula?	Sugerir elementos de redesenho da Sequência Didática com base na análise da qualidade da Sequência Didática e dos resultados de aprendizagem dos estudantes.	Tabela de Qualidade da Sequência Didática (Apêndice J); Tabela de Indicadores de Aprendizagem (Apêndice A); Relatórios de Observação (Apêndice C); Produto Educacional (Sequência Didática).

Fonte: elaborado pelo autor (2023).

Dessa forma, perguntas e objetivos traçados da pesquisa são atendidos, com a utilização de instrumentos de coleta e de análise de dados específicos mencionados e explicados nas seções anteriores.

Quantidade de Intervenções previstas	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	100
%Sim	100	86	100	86	100	100	100	100	71	71	91,4

Fonte: elaborada pelo autor (2025).

Ressalta-se que o elemento tempo previsto utilizado durante toda a SD, teve um destaque acentuado em virtude dos tempos pedagógicos terem sido utilizados de uma forma bem assertiva. Como os elementos, instrumentos e recursos utilizados na SD são, em sua maioria, equipamentos tecnológicos, os estudantes os utilizaram com muita boa vontade para aprender. Finalizando com o elemento da SD “Quantidade de Intervenções Previstas”, no qual se dividiu o tempo de aula em um número de períodos que fizeram com que a aprendizagem não se tornasse rotineira.

Por caminho diverso ao destacado, os elementos da SD: número de participantes, data prevista e grupos previstos, obtiveram respectivamente as porcentagens 70%, 80% e 90%, as quais são porcentagens bem aceitáveis, mas não conseguiram porcentagens máximas. O elemento da SD “número de participantes”, foi a porcentagem mais aquém, pelo fato dos estudantes, em sua totalidade, não compareceram em todas as intervenções, impactando a porcentagem do elemento “grupos previstos”. Em relação ao elemento “data prevista”, as intervenções I9 e I10, tiveram que alterar as datas em virtude de falta de estrutura na escola (falta de água).

5.1.2 Fidelidade da sequência didática

A sequência didática teve uma porcentagem de 100%, no elemento “fidelidade”, na qual foi classificada como ótima em todos seus elementos (Quadro 6).

Quadro 6 - Análise da fidelidade da SD

[illegible]

Avaliação	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	100
Proposta das atividades	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	100
Objetivo geral	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	100
%Sim	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100,0

Fonte: elaborado pelo autor (2025).

Os elementos da SD trouxeram para os estudantes, diversas novidades em seu campo de aprendizagem, desde o artefato tecnológico digital, passando pelos princípios da tecnodocência e dimensões do construcionismo, chegando na avaliação e propostas das atividades. Os conteúdos abordados já eram de conhecimento dos estudantes, porém a abordagem de aprendizagem, através de mecanismos diferentes, contribuiu para o objetivo geral ser alcançado de maneira plena mostrado através da porcentagem máxima, informando que a aplicação da SD foi fiel ao seu projeto inicial.

5.1.3 Clareza da sequência didática

A sequência didática apresentou uma porcentagem de 90% em seu elemento “clareza”, na qual foi classificada como ótima (Quadro 7).

Quadro 7 - Análise da clareza da SD

Clareza	I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	I10	%Sim
Clareza em relação à proposta	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	100
Clareza em relação aos instrumentos	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Não	80
%Sim	100	100	100	100	100	100	100	50	100	50	90

Fonte: elaborada pelo autor (2025).

Destaca-se que o elemento “clareza”, em relação à proposta da SD, obteve porcentagem de 100%, mostrando a necessidade que os estudantes tiveram em aprender com uma nova proposta metodológica, corroborando com as práticas vinculadas ao construcionismo e tecnodocência. No elemento “clareza”, em relação aos instrumentos, a porcentagem de 80% mesmo que bem aceitável, não alcançou a sua totalidade máxima, o que se deu principalmente pela falta de atenção e leitura dos instrumentos, uma vez que eram novos para a realidade que vivenciaram até o momento na escola.

5.1.4 Conclusão sobre a qualidade da sequência didática

A sequência didática teve uma porcentagem 93,8% na avaliação da “qualidade”, em seus elementos “aplicabilidade” com porcentagem de 91%, “fidelidade” com porcentagem de 100% e “clareza” com porcentagem de 90% sendo classificada, no geral, como ótima (Quadro 8).

Quadro 8 - Análise da qualidade da SD

Qualidade	I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	I10	%Sim	Qualidade
Aplicabilidade	100	86	100	86	100	100	100	100	71	71	91	Ótima
Fidelidade	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	Ótima
Clareza	100	100	100	100	100	100	100	50	100	50	90	Ótima
											93,8	Ótima

Fonte: elaborado pelo autor (2025).

Apesar do resultado favorável de 93,8%, a sequência didática pode ser repensada e alterada em relação aos elementos “aplicabilidade” e “clareza”, em que obteve menos de 100%, modificando os elementos “número de participantes”, “data prevista” e “grupos previstos”, bem como a “clareza” em relação aos “instrumentos”. As sugestões de modificação foram apresentadas tanto no produto educacional, quanto no subcapítulo de redesenho da SD.

5.2 Descrição do perfil dos sujeitos

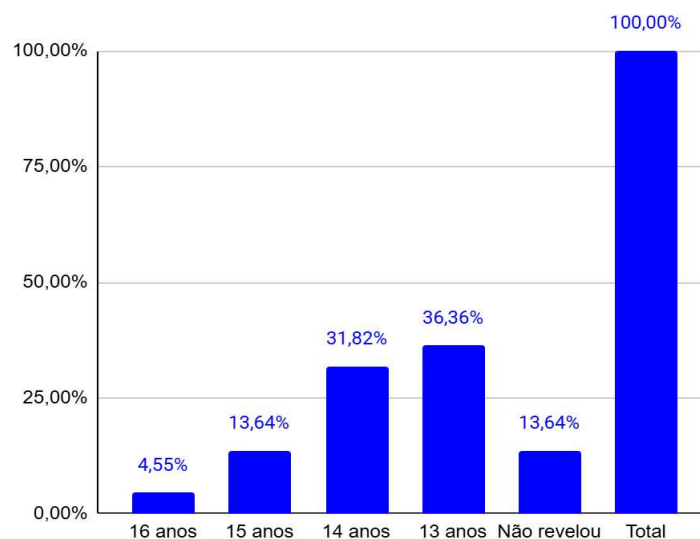
A descrição do perfil dos sujeitos da pesquisa se pauta em três critérios: dados pessoais, dados tecnológicos digitais e dados tecnológicos digitais específicos. Os dados são apresentados por meio de uma descrição dos resultados obtidos a partir da apresentação das frequências relativas no formato de gráficos, com apresentação posterior de uma conclusão parcial para cada um deles.

O perfil dos sujeitos foi coletado a partir da aplicação do Questionário Inicial, na data de 19 de agosto de 2024, participando 22 estudantes, sujeitos no processo.

5.2.1 Dados pessoais

Os sujeitos participantes da pesquisa, apresentaram idades de 13 a 16 anos (Gráfico 1).

Gráfico 1 - Idade dos sujeitos da pesquisa

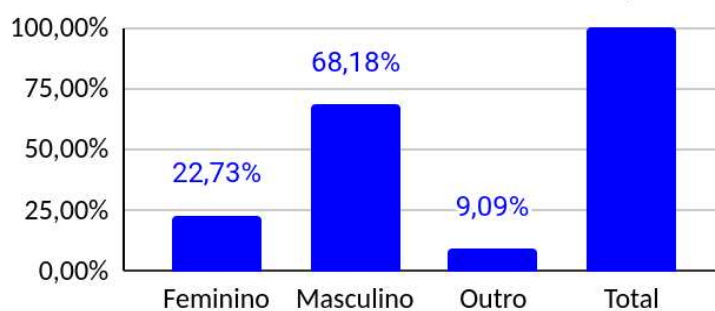


Fonte: elaborado pelo autor (2025).

Dentre os participantes, a maior porcentagem 36,36% são de estudantes com 13 anos, seguidos da porcentagem de 31,82% de estudantes com 14 anos. Interessante citar, ainda, as porcentagens 13,64% e 4,55% entre os estudantes com idades respectivas de 15 e 16 anos e por último 13,64% de estudantes, que preferiram não citar a idade.

Os sujeitos participantes da pesquisa, apresentam-se com gêneros masculino, feminino e também sem identificação (Gráfico 2).

Gráfico 2 - Gênero dos sujeitos da pesquisa



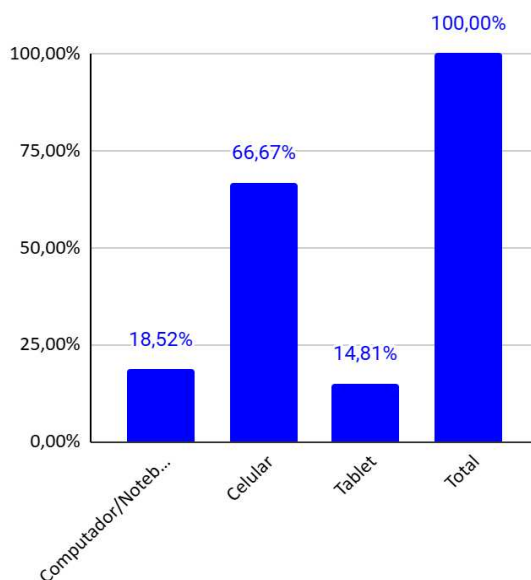
Fonte: elaborado pelo autor (2025).

Dentre os participantes, a maior porcentagem 68,18% são de sujeitos que se identificaram como masculino, enquanto 22,73% são de sujeitos que se identificaram como feminino e 9,09% de sujeitos que preferiram não se identificar.

5.2.2 Dados tecnológicos digitais

Os sujeitos participantes da pesquisa, apresentaram os seguintes dados referentes ao tipo de equipamento digital que mais utilizam em seu cotidiano (Gráfico 3).

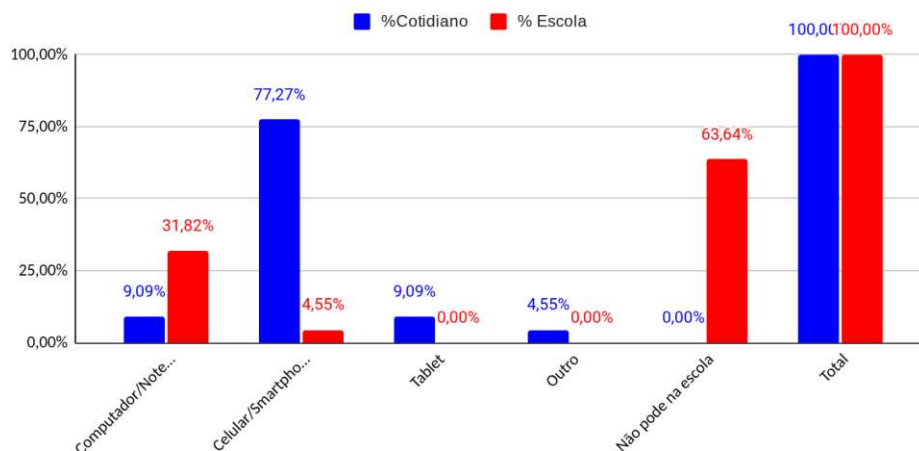
Gráfico 3 - Tipo de equipamento digital



Fonte: elaborado pelo autor (2025).

No Gráfico 3 é perceptível notar que a maior porcentagem 66,67% é a utilização de celulares em seu dia-a-dia, seguindo pelas porcentagens 18,52% e 14,81% respectivamente da utilização de Computador/Notebook e Tablet. Diante dos dados recolhidos na pesquisa com os sujeitos participantes, apresenta-se uma comparação entre o uso do Equipamento Digital no cotidiano e na escola (Gráfico 4).

Gráfico 4 - Uso do equipamento digital (cotidiano x escola)

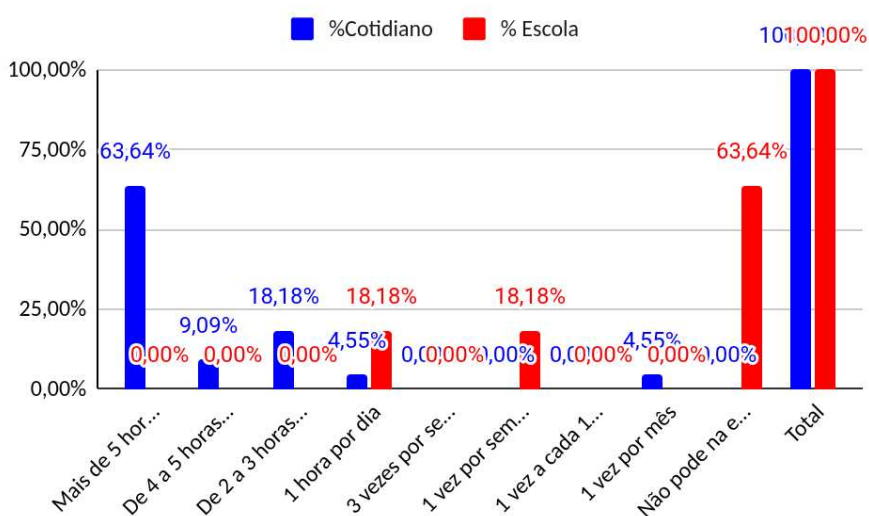


Fonte: elaborado pelo autor (2025).

Para computador/*notebook*, a porcentagem apresentada no cotidiano foi de apenas 9,09%, enquanto na escola foi de 31,82%; para celular/*smartphone*, a porcentagem apresentada no cotidiano foi de 77,27%, enquanto na escola foi de 4,55%. A utilização do *tablet* e outro equipamento, apareceu somente no cotidiano com 9,09% e 4,55%. Foi ainda incluída a porcentagem de 63,64%, para a proibição da utilização na escola destes equipamentos citados.

Em relação à frequência do uso do equipamento digital, apresenta-se um comparativo entre o uso no cotidiano e na escola (Gráfico 5).

Gráfico 5 - Frequência do uso do equipamento digital (cotidiano X escola)



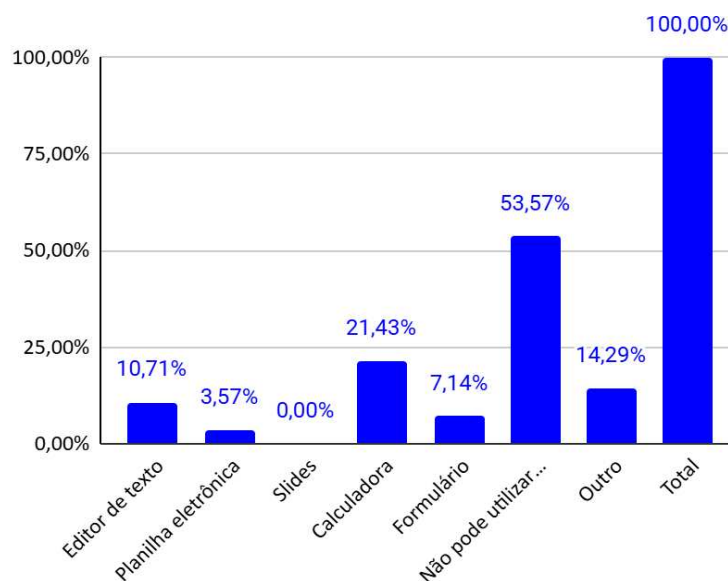
Fonte: elaborado pelo autor (2025).

Dentre os sujeitos participantes da pesquisa, foi possível comparar a frequência do uso do equipamento digital no cotidiano e na escola. Foi apresentada a porcentagem de 63,64% para a frequência de mais de cinco horas diárias de utilização no cotidiano. Ainda são destacados os percentuais de 18,18%, 9,09% e 4,55%, respectivamente, para as frequências de duas a três horas, quatro a cinco horas e uma vez por mês, não aparecendo nenhuma porcentagem para a frequência de utilização na escola.

A frequência única também apareceu na porcentagem 63,64% para a proibição na escola na utilização do uso de equipamento digital e a porcentagem de 18,18%, para a frequência de uma vez por semana. Foi possível comparar, ainda, a frequência de uso de uma hora do dia do equipamento digital entre o cotidiano e a escola nas porcentagens respectivas de 4,55% e 18,18%.

Os sujeitos participantes da pesquisa, apresentaram os seguintes dados referentes ao uso de *software* na escola (Gráfico 6).

Gráfico 6 - Uso de software na escola

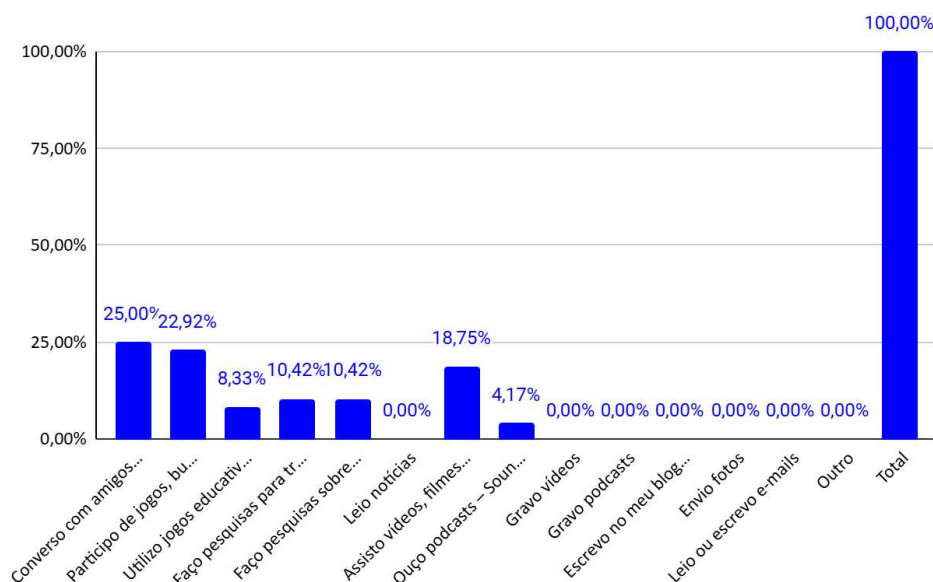


Fonte: elaborado pelo autor (2025).

Os sujeitos participantes da pesquisa, identificaram o uso de *software* na escola, as porcentagens de 22,22% para a calculadora e 11,11% para o editor de texto, formulários com 7,41% e 3,7% para planilha eletrônica. Outras porcentagens citadas são: 55,56% e 14,81%, respectivas para a não utilização na escola e para outros softwares.

Os sujeitos participantes da pesquisa, apresentaram os seguintes dados referentes às ações na internet (Gráfico 7).

Gráfico 7 - Ações na internet



Fonte: elaborado pelo autor (2025).

Os sujeitos participantes da pesquisa, apresentaram as porcentagens de ações na internet, e a maior delas, 25% indicava que conversam com amigos pelas redes sociais, seguindo por 22,92% participarem de jogos, buscarem entretenimento e lazer. Seguindo, ainda, a porcentagem de 18,75% para assistir vídeos, filmes e séries. Um valor idêntico de 10,42%, apareceu para pesquisas para trabalhos da escola e pesquisas sobre profissão, estudos futuros e trabalho, encerrando com a porcentagem de 8,33%, para a utilização de jogos educativos para estudar e 4,17% onde ouvir *podcasts*.

5.2.3 Dados tecnológicos digitais específicos

Em relação ao uso de jogos, 54,55% dos participantes da pesquisa disseram não utilizar jogos no *Wordwall*. Em relação ao uso de jogos convencionais, 63,34% dos participantes afirmaram nunca utilizarem jogos digitais, enquanto 36,36% os utilizou para diversão e estudos. Sobre a relação ao uso de jogos nas aulas de Matemática, também 63,34% dos participantes nunca utilizaram.

Dessa forma, constata-se que os sujeitos da pesquisa são adolescentes, compondo grupo misto em relação ao gênero. Utilizam equipamentos digitais e navegam diariamente pela internet, transparecendo intimidade com as tecnologias digitais. E que diante das dificuldades apresentadas de equipamentos e tecnologias desse tipo, urge a necessidade de maior utilização de aplicativos de jogos no ambiente escolar.

5.3 Análise dos resultados de aprendizagem

A apresentação da análise dos resultados de aprendizagem é dividida em quatro partes, pautadas no desenvolvimento linear da aplicação da sequência didática: parte 1 (intervenções 1, 2 e 3) – apresentação da pesquisa, aplicação do questionário inicial e experimentação do MADE; parte 2 (intervenções 4, 5, 6 e 7) – concepção, roteirização, desenvolvimento e testagem preliminar do MADE; parte 3 (intervenções 8 e 9) – avaliação do MADE e socialização; parte 4 (intervenção 10) – aplicação do questionário final.

Os dados foram apresentados, por meio de uma descrição do ocorrido em cada uma das intervenções, utilizando como base o Relatório de Observação (Apêndice C). Destacando-se quando foi aplicado, quantos estudantes compareceram, o que foi realizado e quais jogos foram produzidos pelos estudantes. Em seguida, foram apresentadas as análises de aprendizagem dos conteúdos conceituais e procedimentais, a partir da descrição dos dados, utilizando-se o Quadro de Indicadores de Aprendizagem (Apêndice A); com base nos textos escritos pelos estudantes e anotados pelo pesquisador no Relatório de Observação (Apêndice C), por meio de comparações dos dados iniciais, intermediários e finais entre si e com os referenciais teóricos utilizados como base na pesquisa.

Com a apresentação da parte 1 da análise dos resultados de aprendizagem, responde-se à pergunta de partida: “Quais dificuldades conceituais e procedimentais os estudantes do 8º ano do Ensino Fundamental apresentam em relação ao conteúdo de Fração dentro do seu contexto pessoal e escolar?”. Com a apresentação das partes 2 e 3 da análise dos resultados de aprendizagem responde-se à pergunta de partida: “De que forma o desenvolvimento de MADEs, com base no *software Wordwall* para o desenvolvimento de jogos, a partir da sequência didática desenvolvida pautada no construcionismo e na tecnodocência, influencia na compreensão que os estudantes de 8º ano do Ensino Fundamental apresentam sobre os conceitos e os procedimentos do conteúdo de Fração? Com a apresentação da parte 4 da análise dos resultados de aprendizagem responde-se à pergunta de partida: “Quais

semelhanças e diferenças conceituais e procedimentais sobre o conteúdo de Fração ficam evidentes quando são comparados os conhecimentos prévios dos estudantes do 8º ano do Ensino Fundamental com os conhecimentos adquiridos durante e após a aplicação da sequência didática a partir do desenvolvimento de MADEs com base no *software Wordwall* para o desenvolvimento de jogos?”.

Com isso, alcança-se o seguinte objetivo específico: “Analisar os resultados de aprendizagem dos estudantes do 8º ano do Ensino Fundamental comparando-se os conhecimentos prévios que apresentam sobre os conceitos e os procedimentos do conteúdo de fração àqueles obtidos durante e após o desenvolvimento da sequência didática, dentro de seu contexto pessoal e escolar a partir de seu perfil personográfico”.

5.3.1 Parte 1 – apresentação da pesquisa, aplicação do questionário inicial e experimentação do MADE (intervenções 1 a 3)

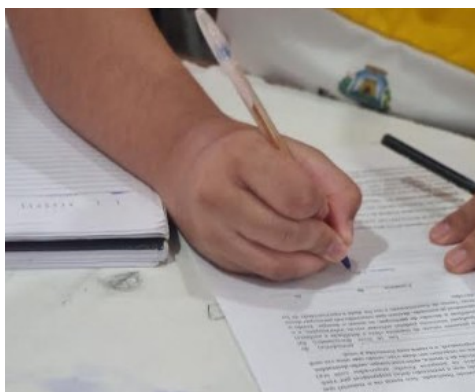
A Intervenção 1 ocorreu no dia 12/08/24, com participação de 33 estudantes, subdividida em quatro etapas. Na etapa 1, foram apresentados o projeto e as propostas de atividades a serem trabalhadas durante as dez intervenções, fazendo uso de computador e projetor. Foi preparado um *slide* com apresentação do projeto e das propostas de atividades, bem como apresentação de qual conteúdo seria trabalhado. Na etapa 2, os estudantes teceram perguntas relativas ao projeto, enquanto na etapa 3 foi feita a avaliação dos conhecimentos dos estudantes sobre o projeto, finalizando com a etapa 4, mediante a aplicação da assinatura do TCLE e do TALE.

O TALE foi distribuído para os estudantes, fez-se a leitura e solicitou-se a assinatura. Entregando logo após o TCLE para assinatura dos pais e entrega na aula seguinte. Dos estudantes presentes, 23 assentiram participar enquanto os pais consentiram também. A Intervenção 2 ocorreu com a aplicação do questionário inicial, no dia 19/08/24 com a participação de 23 estudantes. A intervenção foi dividida em três etapas.

Na etapa 1, foi feita a distribuição do questionário inicial individualmente para os estudantes e sua leitura, explicando os detalhes da aplicação do instrumento, fazendo uso do *notebook* e projetor. Na etapa 2, os estudantes fizeram a utilização do questionário inicial para responder às perguntas sem consulta (Figura 11), finalizando com a etapa 3, diante de uma conversa rápida com os estudantes sobre as dificuldades que tiveram ao preencher o questionário inicial.

Vale indicar que os estudantes gostariam de mais tempo para a resolução do questionário inicial, pois a leitura e os cálculos demandaram muito tempo e alguns não lembraram de como deixar as frações com o mesmo denominador. Evidenciam-se, portanto, as dificuldades conceituais e procedimentais dos estudantes em relação ao conhecimento científico de fração antes do desenvolvimento dos MADEs.

Figura 11 - Aplicação do Questionário Inicial



Fonte: elaborada pelo autor (2024).

A intervenção 3 ocorreu com a experimentação do MADE, no dia 26/08/24, com participação de 22 estudantes, dividida em três partes. Na etapa 1, foi feita a distribuição do jogo no *software Wordwall*, individualmente, para os estudantes e estes mostraram-se ansiosos, de como conseguiriam fazer o jogo. Na etapa 2, os estudantes acessaram o *link* do jogo no formato de TAREFA, desenvolvida no *Wordwall*, diretamente na *internet* e utilizaram o jogo inserindo o nome individualmente. Já na etapa 3, finalizou-se a intervenção com uma breve conversa onde os estudantes identificaram as dificuldades que tiveram ao utilizar o jogo no *software Wordwall*, e, sobre as dúvidas em relação aos conteúdos de fração.

Alguns estudantes estavam copiando as respostas corretas para jogar novamente (Figura 12), foi solicitado que apagassem as respostas. A grande dificuldade dos estudantes está em lembrar o procedimento do cálculo do Mínimo Múltiplo Comum (M.M.C.) ou transformar em frações equivalentes, para cálculos de adição ou subtração com denominadores diferentes. A estudante E5 do grupo G3, comentou que o grande problema dela está na matemática básica, especificamente fração.

Figura 12 - Estudantes com o jogo no *software Wordwall*



Fonte: elaborada pelo autor (2024).

Evidencia-se, portanto, a familiaridade dos estudantes com um MADE semelhante, produzido pelo pesquisador, para os estudantes terem o primeiro contato com o artefato tecnológico digital no contexto do conhecimento científico escolhido.

5.3.1.1 Indicadores de aprendizagem conceitual

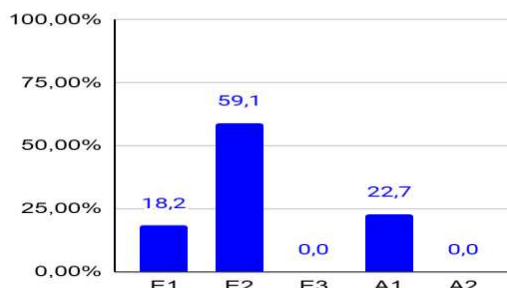
São apresentados os resultados vinculados a dois conceitos sobre fração (definição, elementos que a constituem) e frações equivalentes. A escolha desses dois conceitos se deve às dificuldades em se compreender fração, diante das diversas formas que se pode denominá-las (frações, números fracionários ou número racional), embora tenham sido investigados outros conceitos sobre esse conteúdo científico com a aplicação do questionário inicial. Devido a uma limitação de tempo inerente a uma pesquisa de mestrado, os demais conceitos não são analisados nesta obra, mas pretende-se utilizá-los como fontes de evidências para estudos mais aprofundados, gerando possibilidades de publicações científicas.

5.3.1.1.1 Conceito 1 - fração (definição e elementos que a constituem)

Fração é definida como “a expressão a/b , sendo a e b números naturais, com $b \neq 0$, e representa um número racional escrito na forma fracionária (número fracionário)” (Giovanni; Castrucci; Giovanni Júnior, 2002, p. 143). Considera-se, ainda, fração como um todo (ou unidade), dividido em partes iguais, do qual se tomam algumas partes. A fração indica as partes tomadas. “São usadas para expressar medidas” (Imenes; Lellis, 1998, p. 137). As Frações podem, ainda, “indicar razão entre duas grandezas” (Imenes; Lellis, 1998, p. 137). Fica evidenciado, assim, uma diversidade de definições das quais os estudantes devem compreender a utilização em sua vida escolar e no dia-a-dia.

No questionário inicial, 59,1% dos estudantes cometeram uma inadequação em relação ao conceito de Fração, enquanto 18,2% deixaram em branco. Apenas 22,7% dos estudantes acertaram parcialmente o conceito de fração (Gráfico 8).

Gráfico 8 - Categorização das respostas sobre conceito de fração no QI



Fonte: elaborado pelo autor (2025).

Ao cometerem uma inadequação, os estudantes relacionaram o conceito de fração a outras situações matemáticas como “operações matemáticas” (S3), “números” (S9) e “frações específicas” (S18), distanciando-se das definições apresentadas pelos autores. Ao acertarem parcialmente, os estudantes relacionaram fração com a ideia de divisão, embora não tenham trazido o fato de serem divisão em partes iguais como referência Giovanni, Castrucci, Giovanni Júnior (2002) (Quadro 9).



Quadro 9 - Respostas dos estudantes sobre conceito de fração no QI

S3	São contas com qualquer tipo de número	E2
S9	Números que representam desenhos	E2
S18	Terços	E2
S1	Divisão por partes	A1
S8	É uma forma de separar coisas que foram utilizadas	A1
S20	é uma divisão por partes	A1

Fonte: elaborado pelo autor (2025).

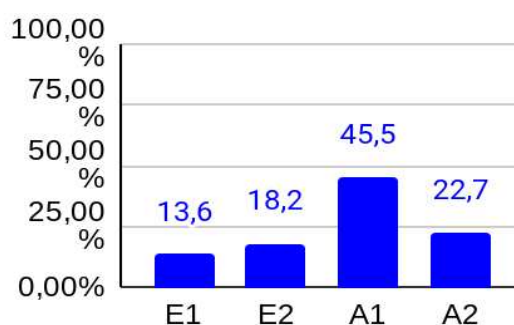
Para os estudantes identificarem o conceito de fração em contexto aplicado, foi solicitada no QI a seguinte questão: “Qual das expressões abaixo representa uma Fração? Só tem três opções corretas, então escolha apenas as três que considerar corretas.

a) $\frac{3}{4}$

- b) 
- c) $15/4,5$
- d) $5/5$
- e) 

As opções corretas são os itens (a) $\frac{3}{4}$; (b) por ser uma divisão em partes iguais e (d) $5/5$. A maioria dos estudantes, 45,5%, acertou, parcialmente, essa identificação do conceito de fração em contexto aplicado. Outros 22,7% acertaram, completamente, enquanto, 18,2% errou, parcialmente, inserindo também elementos corretos e 13,6% dos estudantes escolheram opções completamente equivocadas (Gráfico 9).

Gráfico 9 - Categorização das respostas sobre a identificação do conceito de fração em contexto prático no QI



Fonte: elaborado pelo autor (2025).

Ao acertarem parcialmente, os estudantes escolheram uma das opções corretas, não optando por todas ao mesmo tempo, com ênfase nas escolhas numéricas de $\frac{3}{4}$ e $5/5$. Ao errarem, parcialmente, escolheram com mais frequência a fração $5/5$ e a fração $15/4,5$ acertando e errando a identificação. Quando erraram completamente, escolheram sempre a opção $15/4,5$. É importante ressaltar que a representação do item (e), também foi escolhida com muita frequência.

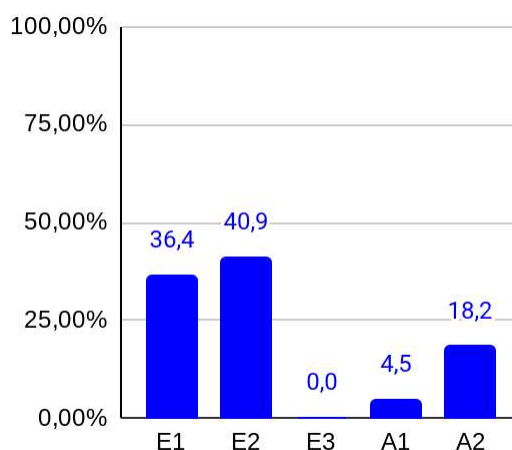
Esses aspectos denotam o quanto é necessário que os estudantes compreendam que o conceito de Fração envolve números inteiros, embora apresentem como resultado uma parte de um todo, tanto em uma representação algébrica, quanto geométrica.

5.3.1.1.2 Conceito 2 - frações equivalentes

Para Giovanni, Castrucci e Giovanni Júnior (2002, p. 154), “quando multiplicamos ou dividimos o numerador e o denominador de uma Fração por um mesmo número, diferente de zero, obtemos sempre uma Fração equivalente à fração dada”. Dessa forma, compreende-se que frações equivalentes são aquelas que representam a mesma quantidade, embora não sejam frações idênticas entre si.

No questionário inicial, 36,4% dos estudantes deixaram em branco, enquanto 40,9% cometeram inadequação em relação ao conceito de fração equivalente. Apenas 4,5% dos estudantes acertaram parcialmente e 18,2% dos estudantes acertaram completamente o conceito de fração equivalente (Gráfico 10).

Gráfico 10 - Categorização das respostas sobre o conceito de frações equivalentes no QI



Fonte: elaborado pelo autor (2025).

Ao cometerem uma inadequação, os estudantes relacionaram o conceito de fração equivalente, a outras situações matemáticas como “metade de uma fração” (S2), “quando divide” (S6) e “fração/denominador” (S14), distanciando-se das definições apresentadas pelos autores. Ao acertarem parcialmente, o estudante relaciona fração equivalente como uma “fração com tipos de denominadores” (S12). Ao acertarem completamente o conceito de fração equivalente, os estudantes (S1), (S8), (S9) e (S20) trouxeram o fato de serem frações com denominadores e numeradores diferentes e mesmo resultado, aproximando-se da referência de Giovanni, Castrucci, Giovanni Júnior (2002) (Quadro 10).

Quadro 10 - Respostas dos estudantes sobre o conceito de fração equivalente no QI

S2	É a metade de uma fração	E2
S6	É quando a gente divide	E2
S14	Fração/denominador	E2
S12	Fração com tipos de denominadores	A1
S1	Frações com o numerador diferente, mas o resultado igual	A2
S8	Frações com o mesmo resultado	A2
S9	Frações que equivalem ao seu cálculo	A2
S20	Frações com numeradores diferentes e resultado iguais	A2

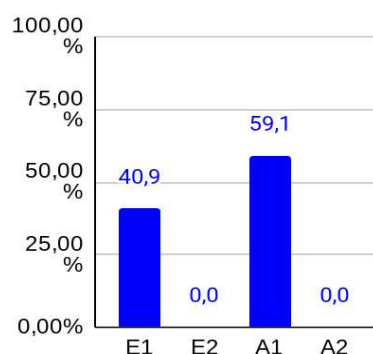
Fonte: elaborado pelo autor (2025).

Para os estudantes identificarem o conceito de frações equivalentes em contexto aplicado, foi solicitada no QI a seguinte questão: “Quais das Frações abaixo podem ser consideradas equivalentes? Você pode escolher mais de uma opção.”

- a) $\frac{3}{4}$ e $\frac{6}{8}$
- b) $\frac{2}{3}$ e $\frac{6}{10}$
- c) $\frac{1}{5}$ e $\frac{3}{10}$
- d) $\frac{1}{2}$ e $\frac{6}{12}$

As opções corretas são os itens (a) $\frac{3}{4}$ e $\frac{6}{8}$ e d) $\frac{1}{2}$ e $\frac{6}{12}$, porque são frações que, embora apresentem uma apresentação numérica diferente, apresentam o mesmo significado (Giovanni, Castrucci; Giovanni Júnior, 2002). A maioria dos estudantes, 59,1%, acertou parcialmente essa identificação do conceito de fração equivalente em contexto aplicado e 40,9% dos estudantes escolheram opções completamente equivocadas (Gráfico 11).

Gráfico 11 - Categorização das respostas sobre a identificação do conceito de fração equivalente em contexto prático no QI



Fonte: elaborado pelo autor (2025).

Ao acertarem parcialmente, os estudantes escolheram uma das opções corretas, não optando por todas ao mesmo tempo, com ênfase nas escolhas numéricas de $\frac{3}{4}$ e $\frac{6}{8}$. Ao errarem completamente, escolheram muitas vezes a opção $\frac{2}{3}$ e $\frac{6}{10}$. É importante ressaltar que, apenas três estudantes marcaram mais de uma opção, sendo que um deles não acertou nenhum dos itens verdadeiros, enquanto dois estudantes marcaram apenas uma das opções corretas.

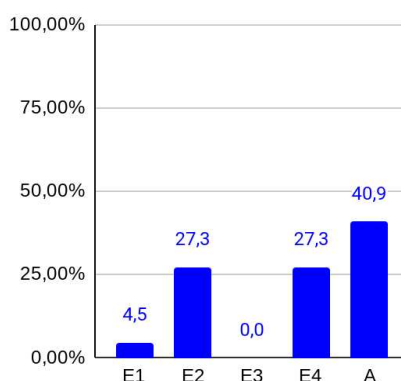
Esses aspectos denotam o quanto é necessário que os estudantes compreendam que o conceito de frações equivalentes indica a modificação de numeradores e denominadores por seus múltiplos. Necessitam ainda entender que uma leitura e interpretação ao que foi solicitado ajuda na compreensão. Ressalta-se, ainda, que os estudantes apresentaram mais facilidade em identificar o conceito de fração equivalente em contextos aplicados, do que em sua definição, o que é esperado, uma vez que definir um conceito mais abstrato como o de Fração Equivalente pode ser mais difícil para estudantes dessa faixa etária.

5.3.1.1.3 Procedimento 1 - problemas sobre adição de frações com denominadores iguais

Para adicionar números representados por frações que têm o mesmo denominador, adicionam-se os numeradores e conserva-se o denominador (Giovanni; Castrucci; Giovanni Júnior, 2002). Para a investigação do uso do procedimento de adição de frações com denominadores iguais, utilizou-se a questão 3, da Parte 3 do QI: “Para fazer um trabalho escolar, Carlos utilizou $\frac{1}{4}$ de uma folha de cartolina e Joana utilizou $\frac{2}{4}$ da mesma folha. Que fração dessa folha, Carlos e Joana utilizaram juntos?”. A resposta se baseia na adição de $\frac{1}{4}$ com $\frac{2}{4}$, obtendo-se o valor de $\frac{3}{4}$ da cartolina, conservando-se o denominador 4 e somando-se apenas os numeradores 1 e 2, resultando em 3.

No questionário inicial, 27,3% dos estudantes cometeram um erro total em relação ao procedimento sobre adição de frações com denominadores iguais, repetindo uma das frações, enquanto outros 27,3% dos estudantes cometeram erro parcial, adicionando numeradores e denominadores; 4,5% dos estudantes deixaram em branco. Um total de 40,9% dos estudantes, utilizou o raciocínio lógico e o algoritmo de cálculo sobre adição de frações com denominadores iguais (Gráfico 12).

Gráfico 12 - Categorização das respostas de problemas sobre adição de frações com denominadores iguais no QI



Fonte: elaborado pelo autor (2025).

Os estudantes cometeram erro total em relação ao procedimento sobre adição de frações com denominadores iguais, repetindo uma das frações como resposta, tendo por exemplos, os sujeitos S1 e S3 que utilizaram, respectivamente, como resposta as frações $\frac{2}{4}$ e $\frac{1}{4}$, não tomando a iniciativa de adicioná-las. Vale ressaltar que os estudantes (S5), (S7) e (S9) cometeram erro, adicionando numeradores e denominadores. Um número significativo de sujeitos participantes, como exemplos S2, S8, S10 e S12, acertaram o problema proposto, identificando o procedimento correto, seguindo as prerrogativas de Giovanni, Castrucci e Giovanni Júnior (2002), que indicam que para adicionar números representados por frações que têm o mesmo denominador, é necessário adicionar os numeradores, conservando-se os denominadores.

A partir desses valores numéricos de soluções trazidos do QI, denota-se a necessidade que os estudantes compreendam que, o problema com adição de frações com denominadores iguais, seja necessário a conservação dos denominadores para proceder com o procedimento de adição apenas dos numeradores.

5.3.1.1.4 Procedimento 2 - problemas sobre adição de frações com denominadores diferentes

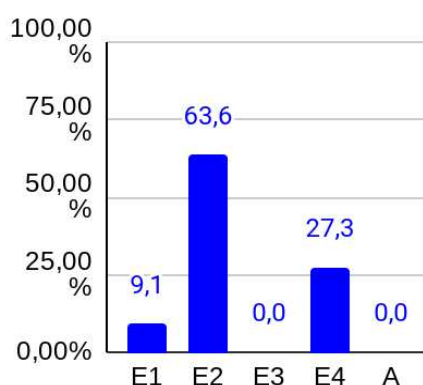
“Para adicionar números representados por frações com denominadores diferentes, calcula-se o menor dos múltiplos comuns (m.m.c.) dos denominadores dados, diferindo de zero” (Giovanni; Castrucci; Giovanni Júnior, 2002, p. 113). Substitui-se numeradores e denominadores ou encontrando frações equivalentes, multiplicando os termos de um número

fracionário por um número qualquer, diferente de zero, obtendo sempre um representante da mesma classe de equivalência (Silva, 2021).

Para a investigação do uso do procedimento de adição de frações com denominadores diferentes, utilizou-se a questão 4 da Parte 3 do QI: “Maria gasta $\frac{1}{3}$ da sua mesada com maquiagem e $\frac{2}{4}$ da sua mesada com alimentação”. Que fração da sua mesada Maria gasta com maquiagem e alimentação juntas?”. A resposta se baseia na adição de $\frac{1}{3}$ com $\frac{2}{4}$, sendo denominadores diferentes, há a necessidade de calcular o M.M.C entre os denominadores 3 e 4, cujo novo denominador será 12. Realizando a equivalência entre as frações, dividindo-se 12 por 3 e o resultado multiplicando-se por 1 (numerador da 1ª. fração), obtém-se a fração equivalente $\frac{4}{12}$; e, dividindo-se 12 por 4 e o resultado multiplicando-se por 2 (numerador da 2ª fração), obtém-se a fração equivalente $\frac{6}{12}$. Como o problema exige uma adição das frações, é possível agora somar $\frac{4}{12}$ com $\frac{6}{12}$, mantendo-se o denominador e adicionando-se os numeradores, com resultado igual a $\frac{10}{12}$. Dessa forma, a fração da mesada gasta por Maria com maquiagem e alimentação foi de $\frac{10}{12}$.

No questionário inicial 63,6% dos estudantes cometeram um erro total em relação ao procedimento sobre adição de frações com denominadores diferentes; 27,3% cometeram erro adicionando numeradores e denominadores não utilizando as frações equivalentes ou calculando o M.M.C. como é proposto pelos autores. Enquanto 9,1% dos estudantes deixaram a resolução desse problema em branco (Gráfico 13).

Gráfico 13 - Categorização das respostas de problemas sobre adição de frações com denominadores diferentes no QI



Fonte: elaborado pelo autor (2025).

Os estudantes cometeram erro em relação ao procedimento sobre adição de frações com denominadores iguais, ao repetir a fração $\frac{1}{3}$ como resposta; como exemplos os sujeitos S3,

S4 e S17, apresentando erros vinculados ao raciocínio lógico, uma vez que o problema se trata de adição de frações e de cálculo, quando não realizou a adição esperada.

Já os estudantes (S1), (S6), (S8) e (S10) cometeram os mesmos erros procedimentais, optando por colocar como resposta a fração $\frac{3}{4}$. Os sujeitos S7, S9 e S13, por sua vez, adicionaram numeradores e denominadores utilizando a Fração $\frac{3}{7}$, enquanto (S11) além de realizar essa adição indevida, inverteu o resultado, colocando $\frac{7}{3}$. Nenhum sujeito da pesquisa acertou o problema proposto, cujo procedimento correto segue as prerrogativas de Giovanni, Castrucci e Giovanni Júnior (2002) e Silva (2021), que indicam para adicionar números representados por frações com denominadores diferentes, calcula-se o Menor dos Múltiplos Comuns (M.M.C.) dos denominadores dados, encontrando frações equivalentes, para em seguida adicionar os novos numeradores, conservando-se os denominadores gerados.

A partir desses valores numéricos de soluções trazidos do QI, denota-se a necessidade de maior compreensão do problema com adição de frações com denominadores diferentes, sendo necessário encontrar um denominador comum por frações equivalentes ou por meio do menor múltiplo comum (m.m.c.) dos denominadores possibilitando a adição dos novos numeradores.

5.3.2 Parte 2 – concepção, roteirização, desenvolvimento e testagem preliminar do MADE (intervenções 4 a 7)

A concepção do MADE ocorreu no dia 02/09/2024, com a participação de 22 estudantes. A proposta da atividade consistia na formação de grupos que deveriam pesquisar sobre fração: seus conceitos, elementos e operações de adição e subtração com denominadores iguais e diferentes, utilizando os *Chromebooks* disponibilizados, bem como explorar e definir qual modelo do *Wordwall* escolher. Os estudantes precisavam preencher o roteiro do MADE – Parte 1 (Figura 13), ficando como responsável um dos estudantes de cada grupo. Foi disponibilizado um tempo de 15 minutos a mais para todos cumprirem esta etapa.

Figura 13 - Parte 1 do Roteiro do MADE do Grupo 1 (G1)

<p>Pesquisa sobre os conceitos</p>	<p>Fração é uma representação da divisão entre dois números</p> $8/2 + 12/2 = 20/2 = 10$ <p>Numerador um número que fica em cima do traço</p> <p>Numerador - 2 numerador</p> <p>5 denominador</p> <p>Denominador o que fica embaixo do traço</p> <p>Denominador - $\frac{1}{4} + \frac{3}{8} + \frac{5}{10} = (10 + 15 + 2)/40 = 45/40$</p> <p>Frações Equivalentes - são que representam a mesma quantidade ou o mesmo denominador</p> <p>Frações equivalentes são as que representam a mesma quantidade ou o mesmo número</p>
<p>Pesquisa sobre os procedimentos</p>	<p>Adição de frações com denominadores iguais Somando - $2\frac{1}{5} + 3\frac{3}{5} =$</p> $(2 + 3) + (\frac{1}{5} + \frac{3}{5}) = 5 + \frac{11}{5}$ <p>Adição de frações com denominadores diferentes $A/B + C/D = (AD + BC)/BD$ é preciso igualá-los, isto é feito a partir do mínimo múltiplo comum (mmc)</p> <p>Subtração de frações com denominadores iguais subtraindo -</p> $12/2 - 8/2 = 4/2 = 2$ <p>Subtração de frações com denominadores diferentes - é preciso igualá-los, isto é feito a partir do mínimo múltiplo comum (mmc)</p> $2/4 - 3/1 = /4$ <p>1,4 2</p> <p>1,2 2</p> <p>1,1 4</p>

Fonte: elaborado pelo Grupo 1 (G1) (2024).

A heterogeneidade de cada grupo pode ser observada, o estudante brincalhão da equipe do “fundão de sala de aula” cumprindo o rigor da pesquisa, bem como de um grupo que utilizou o chat GPT; outro grupo que possuía sua líder com firmeza para evitar brincadeiras que fugissem do objetivo do grupo (Figura 14).

Figura 14 - Concepção dos MADEs



Fonte: elaborado pelo autor (2024).

O desenvolvimento do roteiro do MADE ocorreu no dia 09/09/2024, com a participação dos mesmos 22 estudantes. A proposta da atividade consistia em construir perguntas sobre definição de fração, seus elementos, representações, bem como as operações de adição e subtração com denominadores iguais e diferentes, identificando a resposta correta e as respostas incorretas. Finalizando com o preenchimento do roteiro do MADE – Parte 2 (Figura 15).

Figura 15 - Parte 2 do roteiro do MADE do Grupo 1 (G1)

Data	09/09/2024
Título do MADE	JOGO DA MATEMÁTICA
Problema 1	O QUE É FRAÇÃO A fração é uma representação da divisão entre dois números que fica em cima é o numerador e o número que fica embaixo é o denominador.
Problema 2	O que é fração imprópria? Fração imprópria ocorre quando o numerador é maior que o denominador
Problema 3	O que fração equivalente?

Fonte: elaborado pelo Grupo 1 - (G1) - (2024).

Após separar os estudantes em grupos, foi disponibilizado um *Chromebook* por grupo, onde existia um *e-mail* de cada grupo de estudantes (denominados de *madegrup1@gmail.com* até *madegrup5@gmail.com*), com *login* e senha exclusivos para cada conta do *Wordwall*, já pré-definidos pelo professor. Foi necessário repetir o que cada grupo deveria fazer, pois alguns estudantes mostravam-se desatentos. Os grupos dividiram as tarefas, elaboraram as perguntas, as respostas e o nome dos MADEs produzidos. Vale destacar, que os grupos, mesmo diante de pesquisa com livro ou pelo *Chromebook*, demonstraram dificuldade em relação aos conteúdos procedimentais relacionados a frações com denominadores diferentes com a utilização do Mínimo Múltiplo Comum (M.M.C.) (Figura 16).

Figura 16 - Roteirização dos MADEs 1



Fonte: elaborado pelo autor (2024).

O desenvolvimento do MADE propriamente dito ocorreu no dia 16/09/2024, com a participação de 22 estudantes. A proposta da atividade consistia em dividir os estudantes nos mesmos grupos, disponibilizando *Chromebooks* para eles desenvolverem jogos, inserindo perguntas e respostas no modelo escolhido do *Wordwall*, acessando as contas de cada grupo, utilizando o roteiro do MADE – Parte 2.

Cada grupo teve uma particularidade: o grupo 1 (G1) alterou as perguntas 4 e 5, os estudantes (E4 e E1) avisaram que mudariam a ordem das respostas, pois notaram que toda resposta do jogo estava no item A. No grupo 2 (G2) estavam presentes apenas os estudantes (E1 e E2), mas mostraram que isto não era problema, visto que ao terminar de inserir as

perguntas notaram que estava fácil e resolveram alterar algumas questões. O grupo 3 (G3) estava muito concentrado. O grupo 4 (G4) impressionava pela forma como desenvolviam o trabalho e na divisão de tarefas. O grupo 5 (G5) indicou que faria mudanças nas respostas. Foi verificada a existência de questões fora do escopo da pesquisa, mesmo sendo alertados, deixaram. (Figura 17).

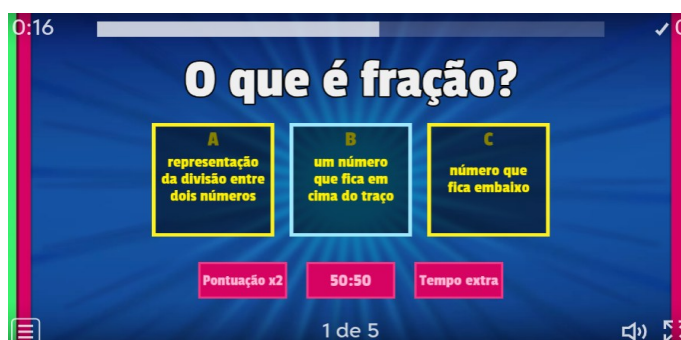
Figura 17 - Roteirização dos MADEs



Fonte: elaborado pelo autor (2024).

O grupo 1 (G1), utilizando o modelo *Game Show* de TV, desenvolveu cinco questões sobre os conceitos e as operações de adição e subtração de frações (Figura 18), deixando hospedado o jogo no *link* (G1) - wordwall.net/pt/resource/78064625.

Figura 18 - Print de uma questão do MADE do G1



Fonte: elaborado pelo grupo 1 (G1) (2024).

O grupo 2 (G2) utilizando o modelo questionário, desenvolveu cinco questões sobre os conceitos, definições e as operações de adição e subtração de frações (Figura 19), deixando hospedado o jogo no *link* (G2) - wordwall.net/pt/resource/78065026.

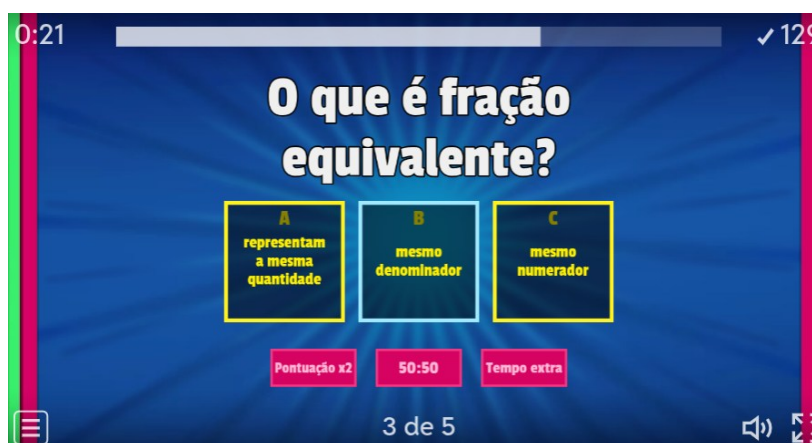
Figura 19 - *Print* de uma questão do MADE do G2



Fonte: elaborado pelo grupo 2 (G2) (2024).

O grupo 3 (G3) utilizando o modelo *Game Show* de *TV*, desenvolveu cinco questões, incluindo situações-problema sobre os conceitos, definições e operações de adição e subtração de frações (Figura 20), deixando hospedado o jogo no *link* (G3) - wordwall.net/pt/resource/78064625.

Figura 20 - *Print* de uma questão do MADE do G3



Fonte: elaborado pelo grupo 3 (G3) (2024).

O grupo 4 (G4) utilizando o modelo questionário, desenvolveu cinco questões sobre as operações de adição e subtração de frações e equivalência de frações (Figura 21), deixando hospedado o jogo no *link* (G4) - wordwall.net/pt/resource/78065507.

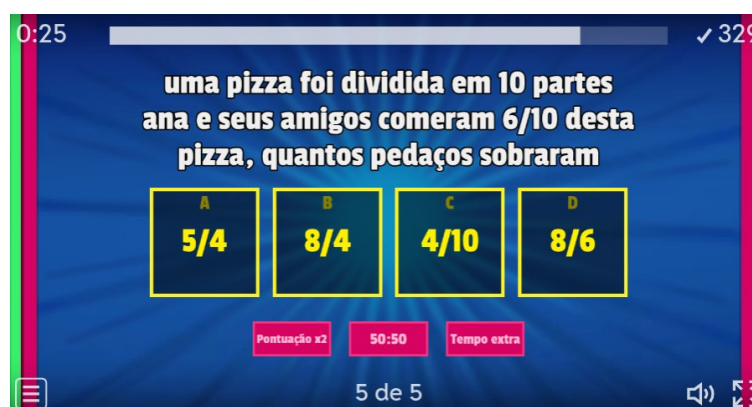
Figura 21 - Print de uma questão do MADE do G4



Fonte: elaborado pelo grupo 4 (G4) (2024).

O grupo 5 (G5) utilizando o modelo *Game Show* de TV, desenvolveu cinco questões, trabalhando com conceitos, definições, operações de adição e subtração de frações, utilizando situações-problema e identificação de frações com o uso de figuras geométricas (Figura 22), deixando hospedado o jogo no *link* (G5) - wordwall.net/pt/resource/78064625.

Figura 22 - Print de uma questão do MADE do G5



Fonte: elaborado pelo grupo 5 (G5) (2024).

A testagem preliminar do MADE ocorreu no dia 23/09/2024, com a participação de 22 estudantes. A proposta da atividade consistia em modificar as questões fora do escopo da pesquisa, testar o jogo produzido e criar uma tarefa. Cada grupo alterou a questão solicitada, testaram o jogo modificado, mas não criaram nova tarefa. Ficou definido que os estudantes iriam criar a atividade no dia posterior, jogando com seus codinomes (E1, E2, E3, E4, E5). (Figura 23).

Figura 23 - Testagem preliminar dos MADEs



Fonte: elaborado pelo autor (2024).

Um grupo trouxe dúvidas a respeito da fração $0/1$, pois não sabiam como expressar a resposta zero, na forma de fração. Foi solicitado que verificassem suas pesquisas e trouxessem uma solução. Vale ressaltar, ainda, que foi um dia atípico, visto que alguns estudantes precisavam fazer recuperação paralela de notas da prova final da etapa. Foi avisado aos grupos que eles não precisavam se preocupar, pois a pesquisa contemplava esta nota. Ao final, os estudantes demonstraram preocupação com o trabalho feito por eles hoje, visto que entendiam que não tinham se doado como de costume. Foi lembrada a postura em cada etapa da pesquisa e de como eles podem melhorar com os jogos. Terminada a pesquisa, todos os estudantes passariam por uma avaliação diagnóstica vinda da Secretaria de Educação, tornando o dia bem trabalhoso.

Com essas quatro intervenções evidenciam-se, portanto, as dificuldades, as superações e os aprofundamentos conceituais e procedimentais dos estudantes em relação à fração durante o processo de desenvolvimento dos MADEs. A partir da pesquisa e do envolvimento entre os estudantes de cada grupo em relação ao conteúdo de fração, foi possível observar, através de relatos, as superações e os aprofundamentos em enfrentar novos desafios (trabalhar em grupo, dividir os conhecimentos, resgatar a autoestima), buscando alternativas para a aprendizagem com apoio tecnológico.

Inicialmente, um estudante afirmou que o grande problema dele está na matemática básica, especificamente fração. Enquanto outros, mostravam-se ansiosos como conseguiriam fazer o jogo, avisei que juntos e com a pesquisa tudo seria viabilizado. Na pesquisa foi notório o grau de competitividade e o protagonismo entre os estudantes de cada grupo apresentaram, tornando um ambiente propício à aprendizagem.

Entre os relatos dos estudantes é importante considerar os seguintes destaques: aquele que aprendeu sobre numerador e denominador e suas definições (E4); outro que identifica a importância de aprender frações com um jogo preparado por ele próprio e como sugestão buscar aprender mais com foco, dedicação e paciência (E2); outro ainda que citou a importância de aprender com atividades em grupo e a satisfação de aprender com o próprio jogo (E1).

Apesar da pesquisa com livro e na *internet*, com auxílio do *ChatGPT*, os grupos demonstraram dificuldade referente aos conteúdos procedimentais relacionados a frações com denominadores diferentes, com a utilização do mínimo múltiplo comum, bem como à definição de frações equivalentes. Afinal, definir um conceito mais abstrato, como o de fração equivalente, pode ser mais difícil para estudantes dessa faixa etária.

O currículo, a diversidade de matérias e as atividades externas vindas da Secretaria Municipal de Educação, bem como a estrutura física da escola e a estrutura emocional de cada estudante com suas próprias individualidades trabalham no sentido contrário a aprendizagem. Urge buscar novas alternativas, desenvolvendo novos jogos, mudanças de perspectivas em currículo ou mudanças estruturais no ensino, trazendo o cotidiano para a sala de aula.

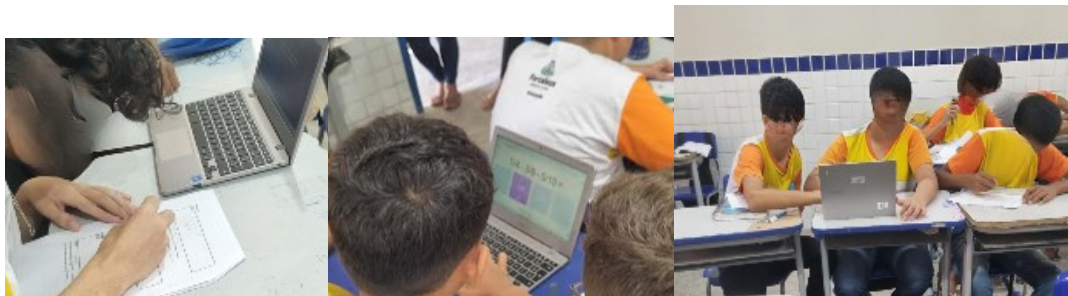
5.3.3 Parte 3 – Avaliação do MADE e socialização (intervenções 8 e 9)

A avaliação do MADE ocorreu no dia 30/09/2024, com participação de 22 estudantes. A proposta da atividade consistia em distribuir *Chromebooks* para que os estudantes em seus grupos utilizassem o jogo desenvolvido por outro grupo no *Wordwall* e a cada tela pausassem o jogo para inserir os dados no relatório de avaliação do MADE. Foi adotado como padronização (G1, G2, G3, G4 ou G5) para os grupos com a inserção do nome na TAREFA.

Nenhum grupo aceitou as mudanças ou sugestões feitas pelos grupos que analisaram seus jogos, devido à concorrência entre eles. Os estudantes do grupo 1 (G1) e do grupo 5 (G5) demonstraram fragilidades com os conceitos e procedimentos relacionados às operações de adição e subtração de fração, utilizando denominadores diferentes, pois não

lembraram do procedimento de igualar os denominadores com auxílio do Mínimo Múltiplo Comum (M.M.C.) e de como encontrar frações equivalentes (Figura 24).

Figura 24 - Avaliação dos MADEs



Fonte: elaborado pelo autor (2024).

Vale ressaltar que os estudantes dos grupos 1, 2 e 3 (G1, G2 e G3), afirmaram que fazer o jogo era bem mais simples do que analisar um jogo já feito. Enquanto para os estudantes dos grupos 4 e 5 (G4 e G5), analisar um jogo feito é mais simples.

A generalização ocorreu no dia 15/10/2024 com a participação de 22 estudantes. A proposta da atividade consistia em apresentar para os estudantes, o conceito formal de fração e de todos os elementos estudados sobre esse conteúdo conceitual e procedimental, utilizando os jogos produzidos pelos estudantes (Quadro 11).

Quadro 11 - Jogos desenvolvidos pelos grupos

Grupo	Título	Link
1	Jogo da Matemática	https://wordwall.net/play/78064/625/927
2	Matêshow	https://wordwall.net/play/78065/026/104
3	Frações na Terra dos Números	https://wordwall.net/play/78065/251/970
4	Héreis do CD	https://wordwall.net/play/78065/507/409
5	JOKA: A Busca do Resultado	https://wordwall.net/play/78065/749/850

Fonte: elaborado pelo autor (2024).

Vale ressaltar o momento em que os estudantes viram seus jogos produzidos em grupos projetados em sala (os olhos brilhavam e um sorriso saía de canto de boca). Foi notório que as operações de adição e subtração com denominadores diferentes ainda causavam desconforto (Figura 25).

Figura 25 - Socialização dos MADEs



Fonte: elaborado pelo autor (2024).

Nessa intervenção, os estudantes responderam a um questionário de autoavaliação, contemplando cinco categorias: aprendizagem do conteúdo de fração, dificuldade na aprendizagem do conteúdo de fração, superação da dificuldade do conteúdo de fração, dedicação à proposta da SD e aprovação da experiência com a SD cujas respostas, poderiam ser manifestadas por emojis (Figura 26).

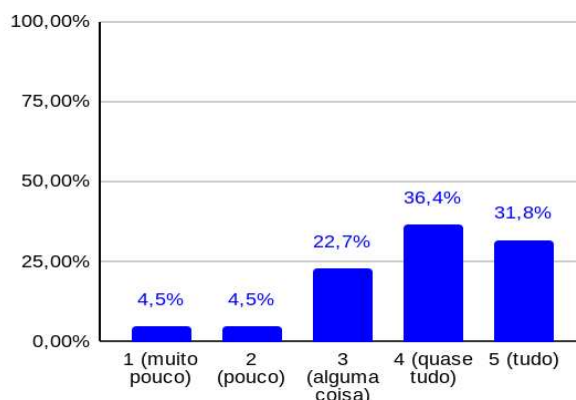
Figura 26 - Respostas dos estudantes



Fonte: elaborado pelo autor (2024).

Em relação à primeira categoria, aprendizagem do conteúdo científico, 68,2% dos estudantes compreenderam que aprenderam muitas informações (tudo ou quase tudo), com o desenvolvimento do jogo no *Wordwall* sobre fração (Gráfico 14).

Gráfico 14 - Aprendizagem do conteúdo de fração

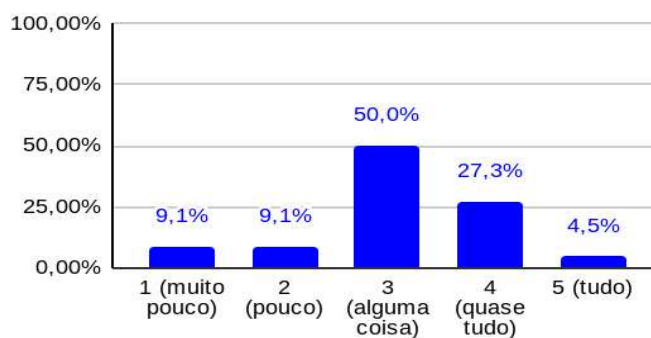


Fonte: elaborado pelo autor (2024).

Os estudantes revelam que aprenderam “a resolver fração com denominadores diferentes” (S8); “uma forma de divisão mais fácil e transforma isso no jogo mais fácil”. (S11) e “aprendi muito sobre as frações porque me fez aprender muito sobre a matemática, coisa que eu não sabia muito” (S19).

Em relação à segunda categoria, dificuldade na aprendizagem do conteúdo de fração, 31,8% dos estudantes compreenderam que tiveram dificuldade em quase tudo ou tudo sobre fração (Gráfico 15).

Gráfico 15 - Dificuldade na aprendizagem de fração

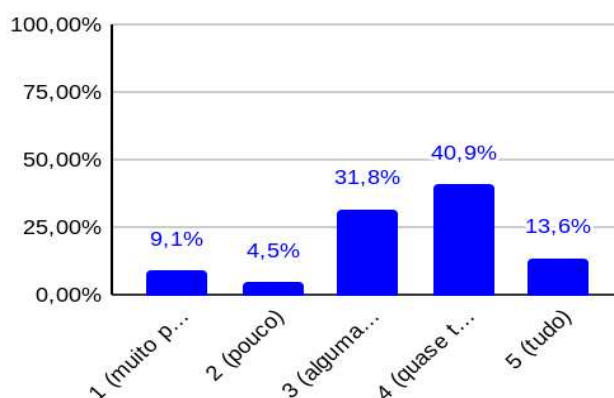


Fonte: elaborado pelo autor (2024).

Ao final, conclui-se que na opinião dos estudantes, estes perceberam dificuldade na aprendizagem e escreveram: “só com algumas dificuldades em denominadores diferentes” (S8); “algumas perguntas davam resultados grandes e não conseguir fazer soma nem nada” (S12) e “sobre fazer os cálculos e um pouco do MMC e a simplificação na fração” (S17).

Em relação à terceira categoria, superação da dificuldade na aprendizagem do conteúdo de fração, 54,5% dos estudantes compreenderam que superaram as dificuldades (tudo ou quase tudo) sobre os conteúdos de Fração fazendo o jogo com o uso do *Wordwall* (Gráfico 16).

Gráfico 16 - Superação da dificuldade na aprendizagem de fração

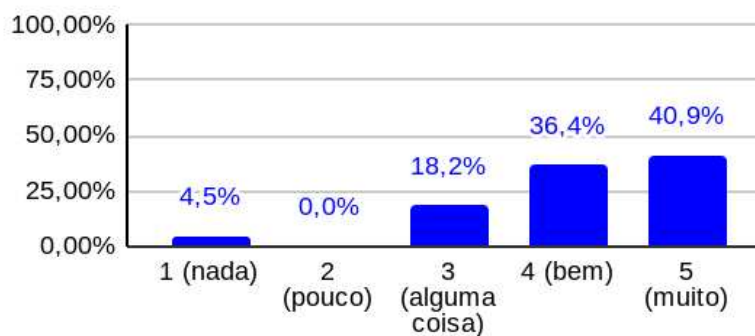


Fonte: elaborado pelo autor (2024).

A partir da escrita dos estudantes, conclui-se que estes perceberam que conseguiram superar a dificuldade em relação à compreensão dos conteúdos abordados na SD. Alguns dos relatos são: “porque sempre o professor sempre estava ali para tirar as dúvidas” (S3); “os integrantes do grupo nos ajudaram” (S20) e “eu consegui porque estudei sobre a fração e gosto também” (S22).

Em relação à quarta categoria, dedicação à proposta da SD, 77,3% dos estudantes compreenderam que tiveram significativa (bem ou muita), dedicação à proposta da criação do jogo de fração (Gráfico 17).

Gráfico 17 - Dedicação à proposta da SD

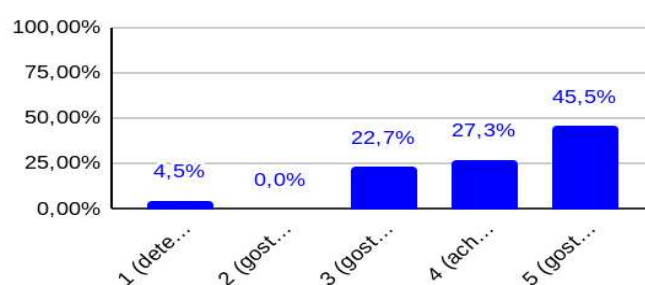


Fonte: elaborado pelo autor (2024).

Conclui-se que, na opinião dos estudantes, estes se perceberam que se dedicaram, o que pode impactar no bom resultado em relação à compreensão dos conteúdos científicos abordados. Relatando ao final que “se dediquei porque foi uma experiência nova em criar um jogo” (S3); “normalmente tenho certa dificuldade em trabalhar em grupos, então decidi tentar e se dedicar no jogo” (S10) e, “pois, me dediquei porque me ajudaram a aprender sobre a fração e também na minha nota (S19)”.

Em relação à quinta categoria, aprovação da experiência com a SD, 72,8% dos estudantes compreenderam que tiveram significativa dedicação (achei bom ou gostei muito) à proposta da criação do jogo de fração, enquanto 4,5% dos estudantes afirmaram não ter gostado (Gráfico 18).

Gráfico 18 - Aprovação da experiência com a SD

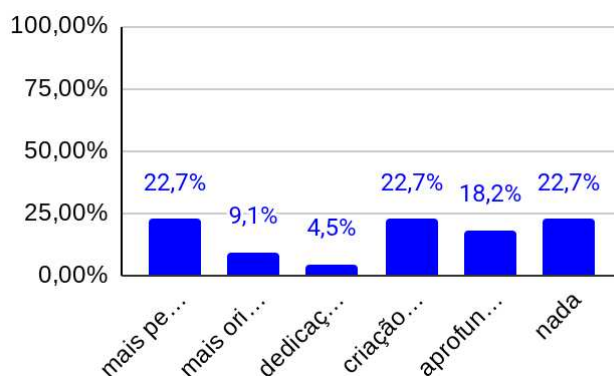


Fonte: elaborado pelo autor (2024).

Ao final, conclui-se que, na opinião dos estudantes, não gostaram, “porque às vezes seu grupo não levava a sério quando nós estávamos criando o jogo” (S3), “de que tínhamos que assinar o aplicativo para poder modificar” (S9) e “não gostei de ter poucas perguntas no jogo” (S19), enquanto outros estudantes gostaram, “em criar um jogo com os colegas” (S3); “do aprendizado que tive da experiência de fazer um jogo sobre fração” (S19) e “consegui porque estudei e gostei da experiência” (S22).

Os estudantes, sujeitos da pesquisa, apresentaram diferentes sugestões para a melhoria da experiência com a SD, a serem incorporadas em seu redesenho. Para 22,7% dos estudantes é importante que a experiência do jogo traga mais perguntas; para 22,7% é necessário estudar mais com a criação de jogos, para 18,2% que traga mais aprofundamento de estudos, para 9,1% pedem mais orientações, 4,5% gostariam que os estudantes tivessem mais dedicação, foco e paciência, enquanto 22,7% não trazem nenhuma proposta (Gráfico 19).

Gráfico 19 - Sugestões para melhoria da SD



Fonte: elaborado pelo autor (2024).

Com essas duas intervenções evidenciam-se, portanto, as dificuldades na resolução e interpretação de contextos ligados à adição e subtração de frações com denominadores diferentes, as superações e os aprofundamentos conceituais e procedimentais dos estudantes em relação ao conhecimento científico de fração (definições e operações). A dedicação e o desejo de buscar novos objetivos demonstrados durante o processo de desenvolvimento dos MADEs, mostrou uma aprovação da proposta pela maioria dos estudantes, considerando-se a necessidade da SD apresentar mais questões e um maior aprofundamento de novos conteúdos.

A partir da fala e escrita dos sujeitos participantes da pesquisa, é possível notar que estes necessitam de aulas planejadas em busca de contextos utilizáveis em seu cotidiano, como o uso de artefatos tecnológicos, computadores e celulares, juntamente com a proposta da tecnodocência, que pode ser incorporada no dia a dia de sala de aula. Um redesenho da SD pode ser a ponte para a incorporação destas sugestões em novas pesquisas de professores ou a continuação da pesquisa em um programa de doutorado.

5.3.4 Parte 4 – aplicação do questionário final (intervenção 10)

A aplicação do questionário final ocorreu no dia 28/10/24, com a participação de 22 estudantes. A proposta da atividade consistia na distribuição, leitura do questionário final individualmente para os estudantes. Estes deveriam responder às perguntas sem consulta, finalizando com uma conversa rápida sobre as dificuldades que tiveram ao preencher o questionário final.

Esta intervenção foi dividida em três etapas. Na Etapa 1, com o uso do *notebook* e projetor, mostrou-se o questionário final para cada estudante identificar o que deveriam fazer para preenchê-lo. Na Etapa 2, alguns estudantes demonstraram desinteresse para resolver as questões, sendo necessária uma conversa para que resolvessem cada questão com atenção, a fim de compararmos o que haviam aprendido. Encerrando a Etapa 3 com uma breve conversa, na qual foi possível identificar alguns pontos. Como exemplos, a estudante E5 do Grupo 1 (G1), avisou que não lembrava de nada, enquanto E2 do grupo 3 (G3), avisou que não lembrava das definições.

Por outro lado, alguns estudantes ficaram eufóricos, pois gostaram de aprender com jogos e até estudantes que não participaram da pesquisa avisaram que para o próximo ano irão com certeza. Vale destacar, que se passaram praticamente duas semanas sem intervenção em decorrência da falta de água e da mudança do calendário escolar com a festa do dia das crianças, o que pode ter ajudado neste desinteresse parcial para resolver as questões.

Evidenciam-se, portanto, as dificuldades, as superações e os aprofundamentos conceituais e procedimentais dos estudantes em relação ao conhecimento sobre Fração após o desenvolvimento dos MADEs.

5.3.4.1 Indicadores de Aprendizagem Conceitual

São apresentados os resultados vinculados aos dois conceitos analisados com a aplicação do questionário final, para poderem ser comparados. Ocorre, posteriormente, a categorização da Aprendizagem dos sujeitos mediante um aprofundamento da apresentação das informações.

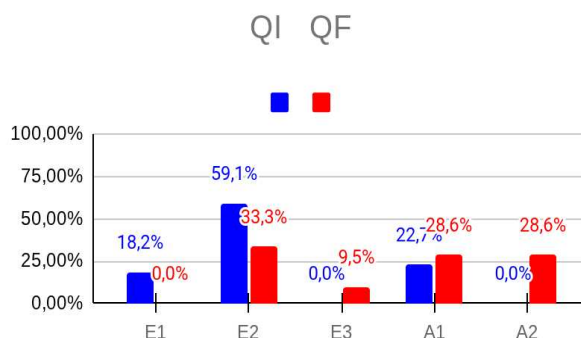
5.3.4.1.1 Conceito 1 - fração (definição e elementos que a constituem)

Fração é definida como “a expressão a/b , sendo a e b números naturais, com $b \neq 0$, e representa um número racional escrito na forma fracionária” (Giovanni; Castrucci; Giovanni Júnior, 2002, p. 143). Considera-se, ainda, fração como “um todo (ou unidade) dividido em partes iguais, do qual se tomam algumas partes”. “As frações podem indicar razão entre duas grandezas” (Imenes; Lellis, 1998, p. 137). Fica evidenciado, assim, uma diversidade de definições das quais os estudantes devem compreender a utilização em sua vida escolar e no dia-a-dia.

Os estudantes, sujeitos da pesquisa, precisavam, em um primeiro momento, responder à pergunta “O que é fração”? Que consta da mesma maneira nos questionários inicial e final. Ao comparar o Questionário Inicial (QI) com o Questionário Final (QF), é possível verificar que houve um aumento do número de acertos parcial e total em relação à definição de fração e uma consequente diminuição nas inadequações e incipiências, embora tenha ocorrido troca conceitual.

Inicialmente, no QI, 18,2% deixaram em branco, já no QF nenhum estudante se caracterizou como incipiente. No QI, 59,1% dos estudantes cometeram uma inadequação em relação à definição de fração, tendo uma queda para 33,3% no QF. Nenhum estudante cometeu troca conceitual no QI, mas 9,5% o fez no QF. No QI, 22,7% dos estudantes acertaram parcialmente a definição de fração, com um aumento para 28,6% no QF. Vale destacar que no QI nenhum estudante acertou totalmente a definição de fração, enquanto 28,6% o fez no QF. (Gráfico 20).

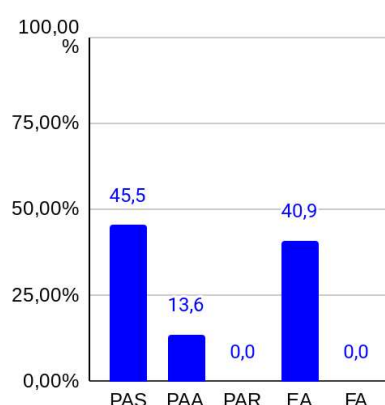
Gráfico 20 - Categorização das respostas sobre conceito de fração no QI e no QF



Fonte: elaborado pelo autor (2025).

Analisando-se os resultados de aprendizagem dos estudantes, é possível identificar que 59,1% dos estudantes entrou em processo de aprendizagem, sendo 45,5% em superação e 13,6% em aprofundamento. Um total de 40,9% ficou em estagnação da aprendizagem (Gráfico 21).

Gráfico 21 - Categorização das respostas dos estudantes em relação à classificação da aprendizagem sobre conceito de fração



Fonte: elaborado pelo autor (2025).

Aqueles que entraram em superação, comportaram-se de seis formas diferentes. Na primeira e segunda, quando saíram de erro E1 (incipiente) ou de E2 (inadequação) para erro E3 (troca conceitual), trouxeram, ao final, uma ideia de fração vinculada ao cálculo e não à sua representação de parte de um todo. Na terceira e quarta, quando saíram de erro E1 (incipiente) ou de erro E2 (inadequação) para acerto parcial (A1), trouxeram exemplos adequados de fração sem necessariamente defini-la. Na quinta e sexta, saíram de erro E2 (inadequação) para acerto completo (A2), diante de uma ideia inicial de fração vinculada a números e imagens, associando-a a uma forma de divisão, aproximando-se da definição apresentada por Imenes e Lellis (1998) (Quadro 12).

Quadro 12 - Exemplos das escritas dos estudantes que entraram em superação vinculada à definição de fração

Sujeito	QI	QF	Situação inicial	Situação final
S4	Números e imagem	São números compostos com base em outros números	erro E2	erro E3
S5		é o total de pizza, exemplo $4/8$	erro E1	acerto A1
S10		é um número retirado de outro como um cálculo	erro E1	erro E3
S13	Números representados em fração	É o denominador/numerador	erro E2	acerto A1
S17		é uma divisão de partes	erro E1	acerto A2
S21	É matemática	forma de divisão	erro E2	acerto A2

Fonte: elaborada pelo autor (2025).

Aqueles que entraram em aprofundamento, saíram de um acerto parcial (A1) para um acerto completo (A2), diante de uma ideia inicial de fração vinculada a divisão por partes,

associando-a a uma forma de divisão que contempla numeradores e denominadores, aproximando-se da definição apresentada por Imenes e Lellis (1998).



Aqueles que entraram em estagnação, comportaram-se de duas formas diferentes. Na primeira, estagnaram em E2 (inadequação), mantiveram as mesmas ideias antes e após a aplicação dos questionários vinculadas a número, equação, soma de números e a representação em pizza. Na segunda, estagnaram em A1 (acerto parcial) mantendo a ideia de fração vinculada à divisão, sem necessariamente diferenciar o numerador e o denominador, reconhecendo-os como uma parte de um todo (Quadro 13).

Quadro 13 - Exemplos das escritas dos estudantes que entraram em estagnação vinculada à definição de fração

Sujeito	QI	QF	O que estagnou
S1	Divisão por partes	Divisão	acerto A1
S12	São coisas composta por numerador e denominador	Soma de dois números que representa o mesmo valor	erro E2
S14	A explicação de números	Fração é o total de pizza	erro E2

Fonte: elaborada pelo autor (2025).

Os estudantes, sujeitos da pesquisa, precisavam, em um segundo momento, responder à pergunta “Qual das expressões representa uma fração”? Com as seguintes opções de resposta, tanto no QI quanto no QF:

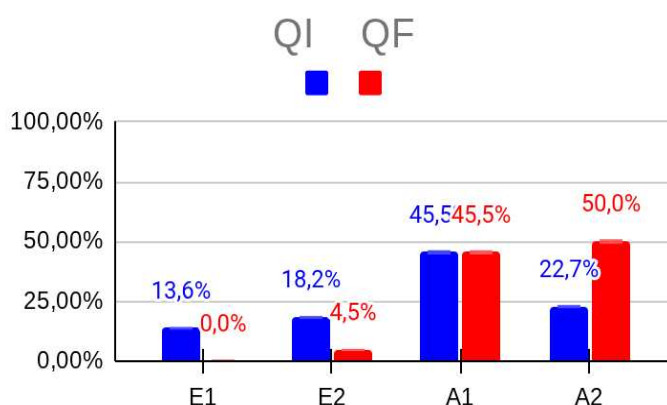
- a) $\frac{3}{4}$
- b) 
- c) $15/4,5$
- d) $\frac{5}{5}$
- e) 

As opções corretas são os itens a, b e d, porque evidenciam a utilização de números naturais no numerador e denominador. Além de uma representação geométrica, na qual as divisões são compostas por elementos iguais em área.

Ao comparar os resultados do Questionário Inicial (QI) com o Questionário Final (QF), é possível verificar que houve um aumento do número de acerto total em relação à identificação de fração e uma consequente diminuição nas inadequações e incipiências.

Inicialmente, no QI, 13,6% deixaram em branco, já no QF nenhum estudante se caracterizou como incipiente. No QI, 18,2% dos estudantes cometeram uma inadequação em relação à identificação de Fração, tendo uma queda para 4,5% no QF. Em ambos os questionários QI e QF 45,5% dos estudantes acertaram parcialmente a identificação de Fração, enquanto 22,7% dos estudantes acertaram totalmente a identificação no QI, com um aumento para 50,0% no QF. (Gráfico 22).

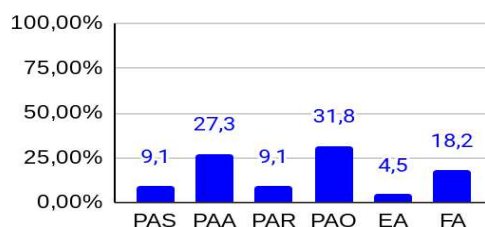
Gráfico 22 - Categorização das respostas sobre identificação de fração no QI e no QF



Fonte: elaborado pelo autor (2025).

Analisando-se os resultados de aprendizagem dos estudantes, é possível identificar que 77,3% dos estudantes entraram em processo de aprendizagem, sendo 9,1% em superação, 27,3% em aprofundamento, 9,1% em retrocesso e 31,8% em oscilação. Um total de 4,5% ficou em estagnação da aprendizagem, enquanto 18,2% em finalização da aprendizagem (Gráfico 23).


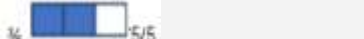
Gráfico 23 - Categorização das respostas dos estudantes em relação à classificação da aprendizagem



Fonte: elaborado pelo autor (2025).

Aqueles que entraram em superação, comportaram-se de duas formas diferentes. Na primeira, quando saíram de inadequação (E2) para acerto parcial (A1), identificaram algum dos exemplos de fração, mas não todos corretamente. Na segunda, saíram de inadequação (E2) para acerto completo (A2), após conseguir identificar de maneira completamente adequada a representação de fração, tanto algébrica quanto geometricamente (Quadro 14).








Quadro 14 - Exemplos das escritas dos estudantes que entraram em superação vinculada à identificação de fração

Sujeito	QI	QF	Situação inicial	Situação final
S14	15/4,5		erro E2	acerto A1
S21	15/4,5		erro E2	acerto A2

Fonte: elaborada pelo autor (2025).

Aqueles que entraram em aprofundamento, saíram de um acerto parcial (A1) para um acerto completo (A2), diante de uma identificação parcial dos itens corretos, enquanto no final conseguiram identificar, completamente, todos os itens, algébrica e geometricamente corretos (Quadro 15).

Quadro 15 - Exemplos das escritas dos estudantes que entraram em aprofundamento vinculada à identificação de fração

Sujeito	QI	QF	Situação inicial	Situação final
S5	5/5		acerto A1	acerto A2
S16	3/4		acerto A1	acerto A2
S17			acerto A1	acerto A2
S20			acerto A1	acerto A2
S22	3/4		acerto A1	acerto A2

Fonte: elaborada pelo autor (2025).

Aqueles que entraram em retrocesso, comportaram-se de duas formas diferentes. Na primeira, retrocederam de um acerto total (A2) para um acerto parcial (A1), identificando, inicialmente, todas as representações corretas de fração, finalizando com uma identificação de forma incompleta. Na segunda, retrocederam de um acerto parcial (A1) para um erro E2, no início identificando de maneira quase que completamente correta as frações, passando a identificar, posteriormente, elementos incorretos de sua representação (Quadro 16).

Quadro 16 - Exemplos das escritas dos estudantes que entraram em retrocesso vinculada à identificação de fração

Sujeito	QI	QF	Situação inicial	Situação final
S6			acerto A2	acerto A1
S13			acerto A1	erro E2

Fonte: elaborada pelo autor (2025).

Aqueles que entraram em oscilação, comportaram-se mantendo o acerto parcial (A1) identificando de forma incompleta, oscilando na escolha dos itens (Quadro 17).

Quadro 17 - Exemplos das escritas dos estudantes que entraram em oscilação vinculada à identificação de fração

Sujeito	QI	QF	Situação inicial	Situação final
S3			acerto A1	acerto A1
S7	5/5		acerto A1	acerto A1
S9	3/4 15/5,5		acerto A1	acerto A1
S12			acerto A1	acerto A1
S15			acerto A1	acerto A1
S18			acerto A1	acerto A1
S19	3/4		acerto A1	acerto A1

Fonte: elaborada pelo autor (2025).

Aqueles que entraram em estagnação, mantiveram as mesmas ideias antes e após a aplicação dos questionários estagnaram em acerto parcial (A1), identificando de maneira quase que completa, a representação de frações, não contemplando apenas o aspecto geométrico (Quadro 18).

Quadro 18 - Exemplo das escritas dos estudantes que entraram em estagnação vinculada à identificação de fração









Sujeito	QI	QF	O que estagnou
S4	3/4	3/4	acerto A1

Fonte: elaborada pelo autor (2025).

Aqueles que entraram em finalização de aprendizagem, mantiveram as mesmas ideias antes e após a aplicação dos questionários, finalizando em acerto total (A2), identificando

de maneira completa, a representação de frações do ponto de vista algébrico e geométrico (Quadro 19).

Quadro 19 - Exemplos das escritas dos estudantes que entraram em finalização de aprendizagem vinculada à identificação de fração

Sujeito	QI	QF	O que finalizou
S1			acerto A2
S2			acerto A2
S10			acerto A2
S11			acerto A2

Fonte: elaborada pelo autor (2025).

Constatou-se, portanto, que a utilização da SD, na qual coloca os alunos para desenvolver jogos sobre fração de forma autoral, trouxe contribuições favoráveis, colocando a maioria dos alunos em processo de aprendizagem, tanto em relação à definição de fração quanto em relação à sua representação algébrica e geométrica. No entanto, em relação à definição de fração, é preciso rever algumas abordagens para possibilitar uma diminuição no número de estagnações, mobilizando os alunos a uma compreensão mais aprofundada sobre esse conteúdo conceitual.

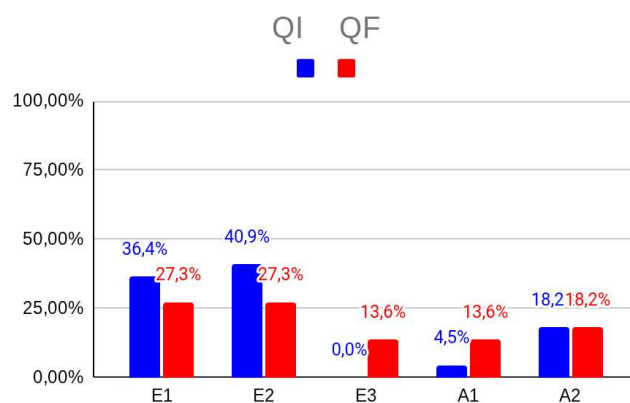
5.3.4.1.2 Conceito 2 - frações equivalentes

Quando se multiplica ou divide o numerador e o denominador de uma fração por um mesmo número, diferente de zero, obtém-se sempre uma fração equivalente à fração dada (Giovanni; Castrucci; Giovanni Júnior, 2002). Os estudantes fazem uso deste conceito, principalmente nas operações de adição e subtração com denominadores diferentes em suas atividades escolares.

Os estudantes, sujeitos da pesquisa, precisavam, em um primeiro momento, responder à pergunta “o que são frações equivalentes?” que consta da mesma maneira nos questionários Inicial e Final. Ao comparar o Questionário Inicial (QI) com o Questionário Final (QF), é possível verificar que houve um aumento do número de acertos parcial, mantendo o número de acertos total em relação à definição de frações equivalentes e uma consequente diminuição nas inadequações e incipiências, embora ainda tenha ocorrido troca conceitual.

Inicialmente, no QI, 36,4% dos estudantes deixaram em branco (incipiente), enquanto 27,3% deixaram em branco no QF. No QI, 40,9% dos estudantes cometeram uma inadequação em relação à definição de frações equivalentes, tendo uma queda para 27,3% no QF. Nenhum estudante cometeu troca conceitual no QI, mas 13,6% o fizeram no QF. No QI, 4,5% dos estudantes acertaram parcialmente a definição de frações equivalentes com um aumento para 13,6% no QF. Vale destacar que tanto no QI quanto no QF 18,2% dos estudantes acertaram totalmente a definição de Frações Equivalentes (Gráfico 24).

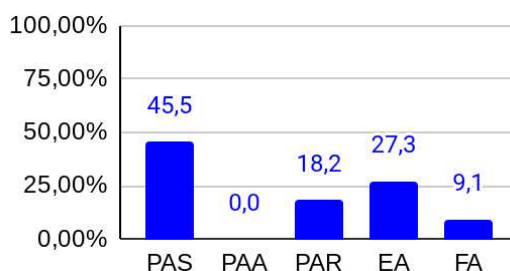
Gráfico 24 - Categorização das respostas sobre Conceito de Frações Equivalentes no QI e no QF



Fonte: elaborado pelo autor (2025).

Analisando-se os resultados de aprendizagem dos estudantes, é possível identificar que 63,7% dos estudantes entraram em processo de aprendizagem, sendo 45,5% em superação e 18,2% em retrocesso. Um total de 27,3% ficou em estagnação da aprendizagem e 9,1% alcançaram a finalização de aprendizagem (Gráfico 25).

Gráfico 25 - Categorização das respostas dos estudantes em relação à classificação da aprendizagem



Fonte: elaborado pelo autor (2025).

Aqueles que entraram em superação, comportaram-se de seis formas diferentes. Na primeira e segunda, quando saíram de erro E1 (incipiente) ou de E2 (inadequação) para erro E3 (troca conceitual), trouxeram, ao final, uma ideia de frações equivalentes vinculada ao cálculo ou a uma definição, de forma incompleta, de seu conceito.

Na terceira e quarta, quando saíram de erro E1 (incipiente) para acerto parcial (A1) que trouxe exemplos adequados de frações equivalentes sem, necessariamente, defini-la e de E2 (inadequação) para acerto completo (A2). A quinta, saíram de erro E2 (inadequação) para erro E3, trazendo definições e exemplos de formas incompletas. Na sexta saíram de acerto parcial (A1) para acerto completo (A2), diante de uma ideia inicial incompleta da definição de Frações Equivalentes, trazendo ao final a definição através de exemplos que condiz com a dos autores Giovanni, Castrucci e Giovanni Júnior (2002) (Quadro 20).

Quadro 20 - Exemplos das escritas dos estudantes que entraram em superação vinculada à definição de frações equivalentes

Sujeito	QI	QF	Situação inicial	Situação final
S3		aquele que representa a fração	erro E1	erro E3
S5		é uma fração	erro E1	erro E2
S12	Fração com tipos de denominadores	frações que são equivalentes a um resultado	acerto A1	acerto A2
S13		$1:2/2:2 = 0,5/1$	erro E1	acerto A1
S14	Fração/denominador	$1/2$ e $6/12$ são exemplos	erro E2	acerto A2
S17	Metade de uma fração	$1/5$ e $3/10$	erro E2	erro E3

Fonte: elaborada pelo autor (2025).

Aqueles que entraram em retrocesso, comportaram-se de três formas diferentes. Na primeira, saíram de E2 (inadequação) para erro E1 (incipiente), enquanto na segunda saíram de um acerto (A1) para erro E1 (incipiente). Na terceira, os estudantes saíram de A2 (acerto completo) para A1 (acerto parcial), trazendo inicialmente a definição dos autores, finalizando com apenas um exemplo de frações equivalentes. (Quadro 21).

Quadro 21 - Exemplos das escritas dos estudantes que entraram em retrocesso vinculada à definição de frações equivalentes

Sujeito	QI	QF	Situação inicial	Situação final
S9	Frações que equivalem ao seu cálculo		acerto A1	erro E1
S15	São números equivalentes		erro E2	erro E1
S20	Frações com numeradores diferentes e resultado iguais	$1/2$ e $6/12$ são exemplos de frações equivalentes	acerto A2	acerto A1

Fonte: elaborada pelo autor (2025).

Aqueles que entraram em estagnação, comportaram-se de duas formas diferentes, mantendo as mesmas ideias antes e após a aplicação dos questionários. Na primeira, estagnaram em erro E1 (incipiente), não respondendo aos questionários e na segunda em erro E2 (inadequação) trazendo conceito distante de frações equivalentes trazidos pelos autores Giovanni, Castrucci e Giovanni Júnior (2002).

Aqueles que entraram em finalização de aprendizagem, mantiveram as mesmas ideias antes e após a aplicação dos questionários, finalizando em acerto total (A2), trazendo conceito de frações equivalentes de maneira completa, seguindo o conceito de frações equivalentes trazidos pelos mesmos autores (Quadro 22).

Quadro 22 - Exemplos das escritas dos estudantes que entraram em finalização de aprendizagem vinculada ao conceito de frações equivalentes

Sujeito	QI	QF	O que finalizou
S1	Frações com o numerador diferente, mas o resultado igual	tem o mesmo resultado	acerto A2
S8	Frações com o mesmo resultado	que representa o mesmo valor	acerto A2

Fonte: elaborada pelo autor (2025).

Os estudantes, sujeitos da pesquisa, precisavam, em um segundo momento, responder à pergunta “quais das frações abaixo podem ser consideradas equivalentes? Você pode escolher mais de uma opção.” com as seguintes opções de resposta, tanto no QI quanto no QF:

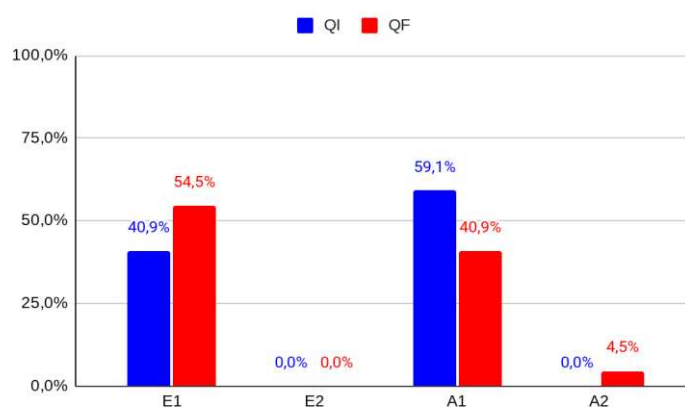
- a) $\frac{3}{4}$ e $\frac{6}{8}$
- b) $\frac{2}{3}$ e $\frac{6}{10}$
- c) $\frac{1}{5}$ e $\frac{3}{10}$
- d) $\frac{1}{2}$ e $\frac{6}{12}$

As opções corretas para identificar as frações equivalentes, são os itens a e d, utilizando cálculos a partir da definição proposta pelos autores Giovanni, Castrucci e Giovanni Júnior (2002).

Ao comparar os resultados do Questionário Inicial (QI) com o Questionário Final (QF), é possível verificar que houve um aumento do número de acerto total em relação à identificação de frações equivalentes e uma consequente diminuição do número de acerto parcial. Vale observar um aumento do número nas incipiências. Inicialmente, no QI, 40,9%

escolheram todos os itens incorretos, tendo um aumento para 54,5% no QF. Nos questionários QI e QF houve uma diminuição de 59,1% para 40,9% dos estudantes que acertaram parcialmente a identificação de Frações Equivalentes, enquanto nenhum dos estudantes acertaram totalmente a identificação no QI, com um aumento para 4,5% no QF (Gráfico 26).

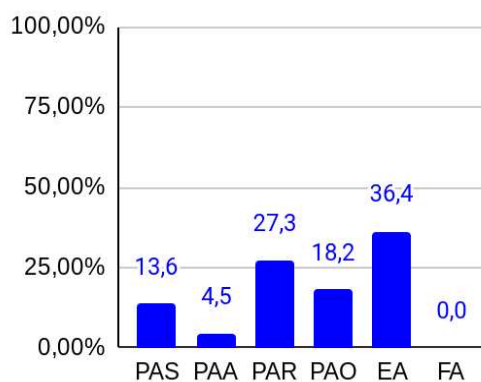
Gráfico 26 - Categorização das respostas sobre identificação de frações equivalentes no QI e no QF



Fonte: elaborado pelo autor (2025).

Analisando-se os resultados de aprendizagem dos estudantes, é possível identificar que 63,6% dos estudantes entrou em processo de aprendizagem, sendo 13,6% em superação, 4,5% em aprofundamento, 27,3% em retrocesso e 18,2% em oscilação. Um total de 36,4% ficou em estagnação da aprendizagem (Gráfico 27).

Gráfico 27 - Categorização das respostas dos estudantes em relação à classificação da aprendizagem



Fonte: elaborado pelo autor (2025).

Aqueles que entraram em superação, comportaram-se de uma única maneira saindo de uma incipiência (E1) para acerto parcial (A1), identificaram algum dos exemplos de Frações Equivalentes, mas não todos corretamente (Quadro 23).

Quadro 23 - Exemplos das escritas dos estudantes que entraram em superação vinculada à identificação de frações equivalentes

Sujeito	QI	QF	Situação inicial	Situação final
S7	1/5 e 3/10	1/2 e 6/12	erro E1	acerto A1
S11	2/3 e 6/10	1/2 e 6/12	erro E1	acerto A1
S21	2/3 e 6/10	1/2 e 6/12	erro E1	acerto A1

Fonte: elaborada pelo autor (2025).

Aqueles que entraram em aprofundamento, saíram de um acerto parcial (A1), para um acerto completo (A2), diante de uma identificação parcial dos itens corretos, enquanto no final conseguiram identificar completamente todos os itens corretos. Aqueles que entraram em retrocesso saíram de um acerto parcial (A1) para uma incipiência (E1) identificando, inicialmente, algumas das representações corretas de Frações Equivalentes, finalizando com uma identificação de forma incorreta (Quadro 24).

Quadro 24 - Exemplos das escritas dos estudantes que entraram em retrocesso vinculada à identificação de frações equivalentes

Sujeito	QI	QF	Situação inicial	Situação final
S2	3/4 e 6/8	2/3 e 6/10 e 1/5 e 3/10	acerto A1	erro E1
S5	3/4 e 6/8	1/5 e 3/10	acerto A1	erro E1
S9	3/4 e 6/8		acerto A1	erro E1
S12	3/4 e 6/8	2/3 e 6/10 e 1/5 e 3/10	acerto A1	erro E1
S16	3/4 e 6/8		acerto A1	erro E1
S17	3/4 e 6/8	1/5 e 3/10	acerto A1	erro E1
S19	1/2 e 6/12	1/5 e 3/10	acerto A1	erro E1

Fonte: elaborada pelo autor (2025).

Aqueles que entraram em oscilação, comportaram-se mantendo o acerto parcial (A1) identificando de forma incompleta, oscilando na escolha dos itens (Quadro 25).

Quadro 25 - Exemplos das escritas dos estudantes que entraram em oscilação vinculada à identificação de frações equivalentes

Sujeito	QI	QF	Situação inicial	Situação final
S6	$\frac{3}{4}$ e $\frac{6}{8}$	$\frac{1}{2}$ e $\frac{6}{12}$	acerto A1	acerto A1
S8	$\frac{3}{4}$ e $\frac{6}{8}$	$\frac{1}{2}$ e $\frac{6}{12}$	acerto A1	acerto A1
S13	$\frac{2}{3}$ e $\frac{6}{10}$ e $\frac{1}{2}$ e $\frac{6}{12}$	$\frac{3}{4} = \frac{6}{8}$	acerto A1	acerto A1
S22	$\frac{2}{3}$ e $\frac{6}{10}$ e $\frac{1}{2}$ e $\frac{6}{12}$	$\frac{1}{2}$ e $\frac{6}{12}$	acerto A1	acerto A1

Fonte: elaborada pelo autor (2025).

Aqueles que entraram em “estagnação” mantiveram as mesmas ideias, comportando-se de 2 maneiras diferentes, antes e após a aplicação dos questionários. A primeira estagnou em acerto parcial (A1), identificando de maneira incompleta com um dos exemplos. A segunda estagnou com incipiência, erro (E1) identificando de maneira incorreta os itens trazidos de Frações Equivalentes (Quadro 26).

Quadro 26 - Exemplos das escritas dos estudantes que entraram em estagnação vinculada à identificação de frações equivalentes

Sujeito	QI	QF	O que estagnou
S1	$\frac{1}{2}$ e $\frac{6}{12}$	$\frac{1}{2}$ e $\frac{6}{12}$	acerto A1
S3	$\frac{2}{3}$ e $\frac{6}{10}$	$\frac{2}{3}$ e $\frac{6}{10}$	erro E1
S4	$\frac{2}{3}$ e $\frac{6}{10}$		erro E1
S10			erro E1
S14	$\frac{1}{5}$ e $\frac{3}{10}$	$\frac{1}{5}$ e $\frac{3}{10}$	erro E1
S15	$\frac{2}{3}$ e $\frac{6}{10}$		erro E1
S19	$\frac{2}{3}$ e $\frac{6}{10}$ e $\frac{1}{5}$ e $\frac{3}{10}$	$\frac{1}{5}$ e $\frac{3}{10}$	erro E1
S20	$\frac{1}{2}$ e $\frac{6}{12}$	$\frac{1}{2}$ e $\frac{6}{12}$	acerto A1

Fonte: elaborada pelo autor (2025).

Constatou-se, portanto, que a utilização da SD, na qual coloca os alunos para desenvolver jogos sobre fração de forma autoral, trouxe contribuições favoráveis, colocando a maioria dos alunos em processo de aprendizagem em relação à identificação de frações equivalentes. No entanto, é necessário rever algumas abordagens para possibilitar uma diminuição no número de estagnações, mobilizando os alunos a uma compreensão mais aprofundada sobre esse conteúdo.

5.3.4.1.3 Procedimento 1 - problemas sobre adição de frações com denominadores iguais

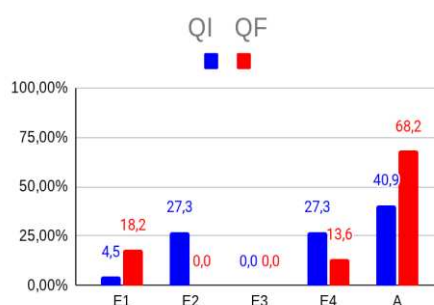
Já foi apresentado em tópico anterior que, para adicionar números representados por Frações que têm o mesmo denominador, adicionam-se os numeradores e conserva-se o denominador (Giovanni; Castrucci; Giovanni Júnior, 2002).

Para a investigação do uso do procedimento de adição de frações com denominadores iguais, utilizou-se a questão 3 da Parte 2 do QF, muito semelhante à questão 3 da Parte 3 do QI: “para fazer um trabalho escolar, Carlos utilizou $\frac{1}{5}$ de uma folha de cartolina e Joana utilizou $\frac{2}{5}$ da mesma folha. Que fração dessa folha, Carlos e Joana utilizaram juntos?”. A resposta se baseia na adição de $\frac{1}{5}$ com $\frac{2}{5}$, obtendo-se o valor de $\frac{3}{5}$ da cartolina, conservando-se o denominador 5 e somando-se apenas os numeradores 1 e 2, resultando em 3.

Ao comparar o Questionário Inicial (QI) com o Questionário Final (QF), é possível verificar que houve um aumento do número de acerto total em relação ao procedimento, problemas sobre adição de frações com denominadores iguais, bem como aumento em incipiências e uma consequente diminuição nas inadequações. Inicialmente, no QI, 4,5% deixaram em branco, já no QF houve um aumento para 18,2% caracterizando-se como incipiente.

No QI, 27,3% dos estudantes cometeram um erro total em relação ao procedimento sobre adição de frações com denominadores iguais, repetindo uma das frações, enquanto no QF nenhum estudante cometeu esta inadequação. Outros 27,3% dos estudantes cometeram erro parcial, adicionando numeradores e denominadores no QI, tendo uma queda para 13,6% no QF. Um total de 40,9% dos estudantes, utilizaram o raciocínio lógico e o algoritmo de cálculo sobre Adição de Frações com denominadores iguais de maneira correta no QI tendo um aumento para 68,2% deste procedimento no QF (Gráfico 28).

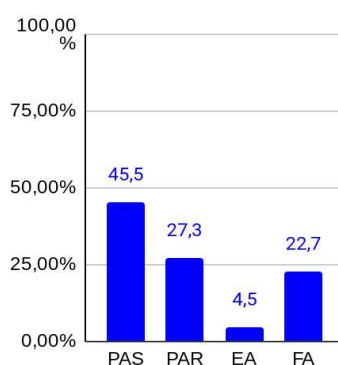
Gráfico 28 - Categorização das respostas sobre adição de fração com denominadores iguais no QI e no QF



Fonte: elaborado pelo autor (2025).

Analisando-se os resultados de aprendizagem dos estudantes, é possível identificar que 72,8% dos estudantes entraram em processo de aprendizagem, sendo 45,5% em superação e 27,3% em aprofundamento. Um total de 4,5% ficou em estagnação da aprendizagem, enquanto 22,7% em finalização de aprendizagem (Gráfico 29).

Gráfico 29 - Categorização das respostas dos estudantes em relação ao procedimento - problemas sobre adição de frações com denominadores iguais



Fonte: elaborado pelo autor (2025).

Aqueles que entraram em superação, comportaram-se de três formas diferentes. Na primeira, quando saíram de erro E1 (incipiente) para Acerto (A). Na segunda, saíram de um erro E2 para Acerto (A), repetindo no QI uma das frações; e, na terceira, saíram de um erro E4 para Acerto (A), ao adicionarem numeradores e denominadores, passando para a solução correta, utilizando os conceitos propostos pelos autores Giovanni, Castrucci e Giovanni Júnior (2002), que, para adicionar números representados por frações que têm o mesmo denominador, adicionam-se os numeradores e conserva-se o denominador (Quadro 27).

Quadro 27 - Exemplos das escritas dos estudantes que entraram em superação vinculada ao procedimento - problemas sobre adição de frações com denominadores iguais

Sujeito	QI	QF	Situação inicial	Situação final
S1	2/4	3/5	erro E2	Acerto A
S3	1/4	3/5	erro E2	Acerto A
S5	3/8	3/5	erro E4	Acerto A
S6	2/4	3/5	erro E2	Acerto A
S7	3/8	3/5	erro E4	Acerto A
S9	3/8	3/5	erro E4	Acerto A
S11	4/3	3/5	erro E2	Acerto A
S14	3/8	3/5	erro E4	Acerto A
S19		3/5	erro E1	Acerto A
S22	1/8	3/5	erro E2	Acerto A

Fonte: elaborada pelo autor (2025).

Aqueles que entraram em retrocesso, comportaram-se de quatro formas diferentes. Na primeira, quando saíram de um Acerto (A), em que inicialmente demonstraram o procedimento correto, para erro E1, deixando em branco; e, na segunda, quando utilizaram o procedimento correto para erro E4, adicionando numeradores e denominadores. Na terceira, saíram de erro E2, com repetição de uma das frações, para erro E1, ao deixarem em branco. Na quarta, saíram de um erro E4, inicialmente adicionando numeradores e denominadores, para erro E1, ao deixarem em branco, diferentemente do que pregam os autores Giovanni, Castrucci e Giovanni Júnior (2002), que, para adicionar números representados por frações que têm o mesmo denominador, adicionam-se os numeradores e conserva-se o denominador (Quadro 28).

Quadro 28 - Exemplos das escritas dos estudantes que entraram em retrocesso vinculada ao procedimento - problemas sobre adição de frações com denominadores iguais

Sujeito	QI	QF	Situação inicial	Situação final
S2	$3/4$	$3/10$	Acerto A	erro E4
S4	$2/4$		erro E2	erro E1
S10	$3/4$		Acerto A	erro E1
S15	$3/8$		erro E4	erro E1
S16	$3/4$		Acerto A	erro E1
S18	$3/4$	$3/10$	Acerto A	erro E4

Fonte: elaborada pelo autor (2025).

Aqueles que entraram em estagnação fixaram-se no erro E4 (inadequação), mantendo as mesmas ideias antes e após a aplicação dos questionários, em que adicionaram numeradores e denominadores. Diferentemente do que pregam os autores Giovanni, Castrucci e Giovanni Júnior (2002), que, para adicionar números representados por frações que têm o mesmo denominador, adicionam-se os numeradores e conserva-se o denominador.

O processo de aprendizagem – finalização foi alcançado para os estudantes que mantiveram as mesmas ideias antes e após a aplicação dos questionários, vinculadas ao procedimento *Problemas sobre Adição de Frações com denominadores iguais*. Corroborando o que pregam os autores Giovanni, Castrucci e Giovanni Júnior (2002), que, para adicionar números representados por frações que têm o mesmo denominador, adicionam-se os numeradores e conserva-se o denominador (Quadro 29).

Quadro 29 - Exemplos das escritas dos estudantes que entraram em finalização vinculada ao procedimento - problemas sobre adição de frações com denominadores iguais

Sujeito	QI	QF	O que Finalizou
S8	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{5}$	Acerto A
S12	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{5}$	Acerto A
S17	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{5}$	Acerto A
S20	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{5}$	Acerto A
S21	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{5}$	Acerto A

Fonte: elaborada pelo autor (2025).

Constatou-se, portanto, que a utilização da SD, na qual coloca os alunos para desenvolver jogos sobre fração de forma autoral, trouxe contribuições favoráveis, colocando a grande maioria dos estudantes em processo de aprendizagem, em relação ao procedimento sobre problemas com adição de frações com denominadores iguais. Vale ressaltar ainda que outra parte dos estudantes alcançaram a finalização no processo de aprendizagem, o que possibilitou uma diminuição no número de estagnações.

5.3.4.1.4 Procedimento 2 - problemas sobre adição de frações com denominadores diferentes

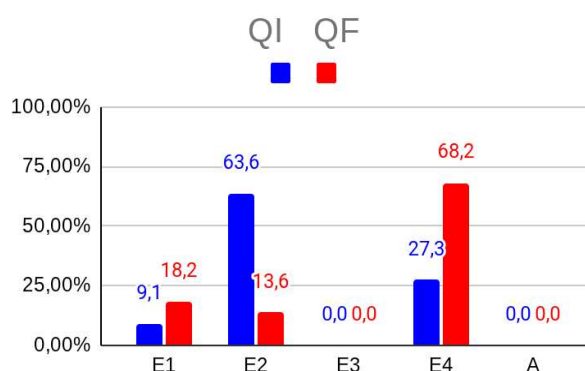
Já foi apresentado em tópico anterior que, para adicionar números representados por frações com denominadores diferentes, substituem-se numeradores e denominadores por frações equivalentes, ou encontra-se o Mínimo Múltiplo Comum (M.M.C.) desses números, que difira de zero (Giovanni; Castrucci; Giovanni Júnior, 2002). Após encontrar novas frações, têm-se os denominadores iguais, adicionando-se os numeradores e conservando-se o denominador.

Para a investigação do uso do procedimento de adição de frações com denominadores diferentes, utilizou-se a questão 4 da Parte 2 do QF, muito semelhante à questão 4 da Parte 3 do QI: “Maria gasta $\frac{1}{4}$ da sua mesada com maquiagem e $\frac{2}{3}$ da sua mesada com alimentação. Que fração da sua mesada Maria gasta com maquiagem e alimentação juntas?”. A resposta se baseia na adição de $\frac{1}{4}$ com $\frac{2}{3}$. Encontrando-se frações equivalentes através do m.m.c. dos denominadores 4 e 3, tem-se $\frac{3}{12}$ e $\frac{8}{12}$, obtendo-se o valor de $\frac{11}{12}$ da mesada gastos por Maria. Ao comparar o QI com o QF, é possível verificar que não houve acerto total em relação ao procedimento relacionado aos problemas sobre adição de frações com

denominadores diferentes, bem como um aumento em incipiências e uma consequente diminuição nas inadequações.

Inicialmente, no QI, 9,1% deixaram em branco, já no QF houve um aumento para 18,2% caracterizando-se como incipiente. No QI, 63,6% dos estudantes cometeram um erro total em relação ao procedimento sobre Adição de Frações com denominadores diferentes, repetindo uma das frações, enquanto no QF houve uma diminuição para 13,6% onde os estudantes repetiram o maior algarismo para numerador e denominador ou multiplicaram os números nas frações. Outros 27,3% dos estudantes cometeram erro parcial, adicionando numeradores e denominadores no QI, tendo um aumento para 68,2% no QF, cometendo o mesmo erro. Nenhum estudante utilizou o raciocínio lógico e o algoritmo de cálculo sobre adição de frações com denominadores diferentes de maneira correta no QI e no QF (Gráfico 30).

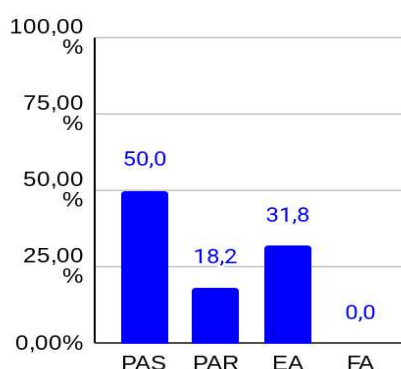
Gráfico 30 - Categorização das respostas sobre adição de fração com denominadores diferentes no QI e no QF



Fonte: elaborado pelo autor (2025).

Analisando-se os resultados de aprendizagem dos estudantes, é possível identificar que 68,2% dos estudantes entraram em processo de aprendizagem, sendo 50,0% em superação e 18,2% em retrocesso. Um total de 31,8% ficou em estagnação da aprendizagem (Gráfico 31).

Gráfico 31 - Categorização das respostas dos estudantes em relação ao procedimento - problemas sobre adição de frações com denominadores diferentes



Fonte: elaborado pelo autor (2025).

Aqueles que entraram em superação, comportaram-se de duas formas diferentes. Na primeira, quando saíram de erro E1 (incipiente) para erro E2. Na segunda, saíram de um erro E2 para erro E4, repetindo no QI uma das frações. Enquanto no QF adicionaram numeradores e denominadores, diferentemente dos conceitos propostos pelos autores Giovanni, Castrucci e Giovanni Júnior (2002), que para adicionar números representados por frações com denominadores diferentes, substituem-se numeradores e denominadores por frações equivalentes, ou encontra-se o mínimo múltiplo comum (m.m.c.) desses números, após encontrar novas frações têm-se denominadores iguais, adicionando os numeradores e conservando-se o denominador (Quadro 30).

Quadro 30 - Exemplos das escritas dos estudantes que entraram em superação vinculada ao procedimento - problemas sobre adição de frações com denominadores diferentes

Sujeito	QI	QF	Situação inicial	Situação final
S1	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{7}$	erro E2	erro E4
S2	$\frac{1}{3} - \frac{2}{4}$	$\frac{3}{7}$	erro E2	erro E4
S3	$\frac{1}{3}$	$\frac{3}{7}$	erro E2	erro E4
S5	$\frac{3}{2}$	$\frac{3}{7}$	erro E2	erro E4
S6	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{7}$	erro E2	erro E4
S12	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{7}$	erro E2	erro E4
S14	$\frac{3}{2}$	$\frac{3}{7}$	erro E2	erro E4
S18	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{7}$	erro E2	erro E4
S19		43	erro E1	erro E2
S20		$\frac{3}{7}$	erro E1	erro E4

Fonte: elaborada pelo autor (2025).

Aqueles que entraram em retrocesso, saíram de erro E2 para erro E1 (incipiente), deixando as respostas do QF em branco (Quadro 31).

Quadro 31 - Exemplos das escritas dos estudantes que entraram em retrocesso vinculada ao procedimento - problemas sobre adição de frações com denominadores diferentes

Sujeito	QI	QF	Situação inicial	Situação final
S4	1/3		erro E2	erro E1
S10	3/4		erro E2	erro E1
S15	3/7		erro E2	erro E1
S16	3/4		erro E2	erro E1

Fonte: elaborada pelo autor (2025).

Aqueles que entraram em estagnação, comportaram-se de duas formas diferentes. Na primeira, fixaram-se em erro E2, repetindo nos questionários QI e QF as mesmas ideias escolhendo os maiores valores das frações. Na segunda, fixaram em erro E4, mantendo as mesmas ideias antes e após a aplicação dos questionários, onde adicionaram numeradores e denominadores diferentemente dos conceitos propostos pelos autores Giovanni, Castrucci e Giovanni Júnior (2002) (Quadro 32).

Quadro 32 - Exemplos das escritas dos estudantes que estagnaram ao procedimento - problemas sobre adição de frações com denominadores diferentes

Sujeito	QI	QF	O que estagnou
S7	3/7	3/7	erro E4
S8	3/4	3/4	erro E2
S9	3/7	3/7	erro E4
S11	7/3	3/7	erro E4
S13	3/7	3/7	erro E2
S17	1/3	3/8	erro E2
S22	3/7	3/7	erro E4

Fonte: elaborada pelo autor (2025).

Constatou-se, portanto, que a utilização da SD, na qual coloca os estudantes como desenvolvedores de jogos sobre fração, de forma autoral, trouxe contribuições favoráveis, colocando a grande maioria dos estudantes em processo de aprendizagem, em relação ao procedimento sobre problemas com adição de frações com denominadores diferentes. No entanto, a proposta não foi suficiente para os estudantes alcançarem um acerto completo (A), denotando que ajustes significativos sejam inseridos na SD para atender melhor à aprendizagem de conteúdos procedimentais sobre fração.

Vale ressaltar, ainda, que uma parte dos estudantes estagnaram no processo de aprendizagem e que nenhum estudante alcançou a finalização no processo de aprendizagem em relação ao procedimento sobre problemas com adição de frações, com denominadores diferentes. Isto mostra a dificuldade que os estudantes têm em aprender este procedimento.

Sobre os resultados de aprendizagem, pode ser ressaltado que: a superação e o aprofundamento podem ter ocorrido devido à utilização de uma sequência didática que adota uma metodologia de ensino, aprendizagem e avaliação inovadora, pautada no construcionismo e na tecnodocência. Como ocorrem desequilíbrios no processo de aprendizagem, é possível que alguns estudantes retrocedam ou oscilem na compreensão conceitual. Retroceder não é um aspecto negativo do processo de aprendizagem; apenas mostra o movimento cognitivo dos estudantes dentro desse processo. Vale destacar as dificuldades apresentadas no ambiente escolar, bem como o compromisso de alguns estudantes, ocasionando faltas.

A estagnação da aprendizagem, refletida no processo de compreensão conceitual e de identificação, decorre dos problemas no ambiente escolar e no calendário anual (falta de flexibilidade curricular). Esses fatores podem ter ocasionado uma falta de interesse por parte dos alunos. Vale destacar que a aplicação da SD, com a utilização de tecnologia digital, deveria ter alterado o conhecimento adquirido.

A finalização da aprendizagem demonstra que a aplicação da SD, tornou-se uma aliada no processo de aprendizagem. Uma vez que os estudantes já tinham internalizado o conceito, a SD não trouxe desequilibrações desnecessárias. A sequência didática chegou como uma ferramenta para modificar a aprendizagem do conceito e da identificação proposta, utilizando-se de uma metodologia tecnodocente na qual os alunos são seres ativos no processo, cumprindo seu papel como nova fonte de conhecimento e tornando-os mais participativos e protagonistas nesse processo.

5.4 Sugestões de redesenho

As sugestões de redesenho consideram, principalmente, os aspectos inseridos nos relatórios de observação, bem como a análise da qualidade da SD e a análise da aprendizagem dos estudantes. Na Intervenção 1, apresentação da proposta, sugeriu-se teste com antecedência dos equipamentos que seriam utilizados, aumento no tempo estipulado para a explicação do projeto, bem como a apresentação de alguns jogos produzidos pelo professor pesquisador.

Os estudantes puderam levar o TCLE para assinatura dos pais, trazendo-o no encontro seguinte. Na Intervenção 2, aplicação do questionário inicial, verificou-se que seria necessário um tempo maior para os estudantes responderem ao questionário. Na Intervenção 3, experimentação de um MADE, constatou-se a necessidade de retirar as respostas do jogo, a fim de diminuir a competição ou a cópia das respostas pelos colegas.

Na Intervenção 4, concepção do MADE, concluiu-se pela necessidade de aumentar o tempo para pesquisa dos conteúdos, em relação à exploração da plataforma *Wordwall* e ao preenchimento do roteiro do MADE. Quanto à Intervenção 5, Roteirização do MADE, sugeriram-se ações para os estudantes estarem mais atentos, de modo a diminuir as dificuldades na produção das perguntas e respostas em relação aos seus jogos, bem como evitar perguntas fora do escopo da pesquisa.

A Intervenção 6, desenvolvimento do MADE, sugere-se um cuidado maior na criação do *link* do jogo pelos estudantes. Sobre a Intervenção 7, testagem preliminar do MADE, recomenda-se um suporte maior aos estudantes na criação do *link* das tarefas geradas pelos grupos. Na Intervenção 8, avaliação do MADE, sugere-se intensificar junto aos estudantes a leitura para o preenchimento dos dados no relatório de avaliação do MADE.

Já na Intervenção 9, socialização, notou-se que a escuta para os anseios dos estudantes e a realização do jogo produzido por eles trouxe aspectos de felicidade para cada um daqueles que participaram, o que foi demonstrado na apresentação de cada jogo em sala. Sendo assim, não há sugestões de modificação. Por fim, na Intervenção 10, aplicação do questionário final, os estudantes preencheram normalmente, sem dificuldades.

Dentre as sugestões apresentadas pelos estudantes participantes da pesquisa, destacam-se:

- acrescentar tempo na pesquisa sobre conceitos e operações de frações;
- maior quantidade de questões, incluindo o “nível de dificuldade, organizadas por idade”;
- novo trabalho com o *Wordwall*, afinal, segundo os estudantes, com “o jogo se presta mais atenção e nos fazem superar as dificuldades”, bem como a mudança no comportamento com uma maior “dedicação, paciência e foco” para “melhorar a criação do jogo”.

Vale ressaltar que os estudantes que participaram da pesquisa, mostraram-se muito satisfeitos. Enquanto os que não participaram indicaram o desperdício que tiveram por

deixarem de aprender de uma maneira diferente e prometeram participar quando houvesse uma nova pesquisa.

6 O PRODUTO EDUCACIONAL

“Você pode escrever sem erros ortográficos, mas ainda escrevendo com uma linguagem coloquial” (Ariano Suassuna).

Conforme cita a CAPES, um produto educacional é o resultado de um processo desenvolvido a partir de uma atividade de pesquisa, tendo a finalidade de responder a uma pergunta, que foi originada de um problema dessa pesquisa, tem por característica ser um artefato real ou virtual, ou ainda, um processo (Brasil, 2019). O produto educacional deve ser aplicado e testado em condições reais de sala de aula ou em outros espaços de ensino, com a dissertação, apresentando uma reflexão sobre a elaboração e a aplicação desse produto tendo por suporte o referencial teórico metodológico escolhido. Uma sequência didática é, portanto, um dos tipos de produtos educacionais almejados, caracterizando-se como um processo testado como protótipo em sala de aula pelo próprio pesquisador.

Dessa forma, para responder ao questionamento “De que forma é possível desenhar uma sequência didática utilizando como base nos pressupostos teóricos de construcionismo e da tecnodocência, a partir do desenvolvimento de MADEs utilizando o *Wordwall* como base tecnológica digital escolhida?” Busca-se alcançar o seguinte objetivo específico: “desenhar uma sequência didática, com base nos pressupostos teóricos da base teórica de ensino e aprendizagem para o desenvolvimento de MADEs, fazendo uso do *software Wordwall*”.

A sequência didática, como produto educacional desta pesquisa, foi concebida com dez intervenções para estudantes do 8º ano do Ensino Fundamental, sobre o conceito de fração, com o desenvolvimento de MADEs, fazendo uso do *software Wordwall* como artefato tecnológico digital escolhido, a partir das bases teóricas do construcionismo e da tecnodocência.

A sequência didática é composta por três partes: parte introdutória, parte específica e parte final. Na parte introdutória, constaram informações como a área do conhecimento, a série na qual foi desenvolvida a SD, o conteúdo científico apresentado na SD, o objetivo geral da SD, definições do conteúdo científico, definições sobre construcionismo e tecnodocência, definições e *link* do artefato tecnológico digital, a quantidade de intervenções e a duração média de cada uma, em minutos, bem como a listagem de todas as intervenções (Figura 27).

Figura 27 – Parte geral da sequência didática

ÁREA		
<ul style="list-style-type: none"> Matemática 		
SÉRIE		
<ul style="list-style-type: none"> 8º ano do Ensino Fundamental 		
CONTEÚDO GERAL		
<ul style="list-style-type: none"> Fração 		
OBJETIVO GERAL		
<ul style="list-style-type: none"> Definir o conceito de fração 		
BASE TEÓRICA CIENTÍFICA		
<ul style="list-style-type: none"> A expressão a/b, sendo a e b números naturais, com $b \neq 0$ 		
BASE TEÓRICA METODOLÓGICA		
<ul style="list-style-type: none"> <u>Tecnodocência e Construcionismo</u> 		
BASE TECNOLÓGICA DIGITAL		
<ul style="list-style-type: none"> Software <u>Wordwall</u> 		
QUANTIDADE DE INTERVENÇÕES E DURAÇÃO		
<ul style="list-style-type: none"> Contempla 10 intervenções, cada uma com 55 minutos de duração. 		
INTERV	TÍTULO	PÁGINA
1	Apresentação da proposta – TCLE e TALE	07
2	Aplicação do Questionário Inicial	09
3	Experimentação de um MADE	13
4	Concepção do MADE	17
5	Roteirização do MADE	23
6	Desenvolvimento do MADE	28
7	Testagem preliminar do MADE	33
8	Avaliação do MADE	38
9	Socialização	43
10	Aplicação do Questionário Final	48

Fonte: elaborada pelo autor (2024).

Na parte específica, constaram a descrição de cada intervenção, com o respectivo título, duração, detalhes das dimensões construcionistas e dos princípios tecnodocentes, a BNCC vinculada às atividades propostas na SD, especificações do conteúdo em termos conceituais e procedimentais, objetivos específicos da intervenção, avaliação da aprendizagem, descrição das atividades com suas respectivas durações, apresentação das dificuldades encontradas pelos estudantes e pelo professor após a aplicação da SD, apresentação de

propostas de redesenho para a intervenção, e a lista dos recursos e instrumentos utilizados (Figura 28).

Figura 28 – Parte específica da sequência didática

INTERVENÇÃO 1		
APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA – TCLE e TALE		
DATA – 12/08/2024	DURAÇÃO – 55 min	
PRINCÍPIOS DA TECNODOCÊNCIA		
<ul style="list-style-type: none">Nenhum Princípio da <u>Tecnodocência</u> é utilizado nesta Intervenção.		
DIMENSÕES DO CONSTRUCIONISMO		
<ul style="list-style-type: none">Nenhuma Dimensão do Construcionismo é utilizada nesta Intervenção.		
BNCC VINCULADA		
<ul style="list-style-type: none">Neste momento não se utiliza a BNCC		
CONTEÚDOS CONCEITUAIS		
<ul style="list-style-type: none">Nenhum conteúdo conceitual é trabalhado nesta Intervenção.		
CONTEÚDOS PROCEDIMENTAIS		
<ul style="list-style-type: none">Nenhum conteúdo procedimental é trabalhado nesta Intervenção.		
OBJETIVOS ESPECÍFICOS		
<ul style="list-style-type: none">Conhecer a proposta do Projeto de Pesquisa composto por 10 intervenções;		
DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES		
TEMPO	PARTE	DESCRIÇÃO
20 minutos	1a	<ul style="list-style-type: none">Apresentação do projeto e das propostas
10 minutos	2a	<ul style="list-style-type: none">Perguntas e Respostas sobre o Projeto.
10 minutos	3a	<ul style="list-style-type: none">Avaliação dos conhecimentos
15 minutos	4a	<ul style="list-style-type: none">Assinatura do TCLE e do TALE.
ARTEFATO TECNOLÓGICO DIGITAL		
<ul style="list-style-type: none">O <u>Wordwall</u> não é utilizado nessa Intervenção.		
RECURSOS		
<ul style="list-style-type: none">Computador ou Notebook e seu cabo de força;		
INSTRUMENTOS		
<ul style="list-style-type: none">30 cópias do TCLE (Apêndice A);30 cópias do TALE (Apêndice B).		

Fonte: elaborada pelo autor (2024).

Na parte final, constam as referências utilizadas na sequência didática, bem como os modelos de materiais utilizados nas intervenções, como modelos de roteiro de MADE ou modelos de problemas aplicados pelo professor e utilizados pelos estudantes (Figura 29).

Figura 29 – Parte final da sequência didática

REFERÊNCIAS
<ul style="list-style-type: none"> BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília: MEC, 2018. GIOVANNI, J. R.; CASTRUCCI, B.; GIOVANNI JÚNIOR, J. R. A conquista da matemática: a + nova. São Paulo: FTD, 2002. IMENES, L. M. P.; LELLIS, M. Microdicionário de Matemática. São Paulo: Scipione, 1998. LIMA, Luciana de; LOUREIRO, Robson Carlos. Integração entre Docência e Tecnologia Digital: o desenvolvimento de Materiais Autorais Digitais Educacionais em contexto interdisciplinar. Revista Tecnologias na Educação, v. 17, n. 8, p. 1-11, 2016. Disponível em: https://drive.google.com/file/d/15wJS31UkG_7_nFVb9KKhLB2VQ61eGG7B/view. Acesso em: 01.11.2023. LIMA, Luciana de; LOUREIRO, Robson Carlos. Tecnodocência: concepções teóricas. Fortaleza: Edições UFC, 2019. PAPERT, Seymour. A Máquina das Crianças: repensando a escola na era da informática. Porto Alegre: Artmed, 2008. PAPERT, Seymour. Constructionism: a new opportunity for elementary science education. A proposal to the National Science Foundation. Cambridge, Massachusetts: Massachusetts Institute of Technology, Media Laboratory, Epistemology and Learning Group, 1986. SILVA, A. A. C. - 2021 - https://www.infoescola.com/matematica/minimo-multiplo-comum-mmc/ SOARES, J. de B. Dicionário de Matemática. Curitiba: Hemus, 2005. Wordwall. Disponível em: https://wordwall.net/pt. Acesso em: 01.11.2023.
APÊNDICES
<ul style="list-style-type: none"> Apêndice A – TCLE
<ul style="list-style-type: none"> https://docs.google.com/document/d/1J-a5T-NBJ8ee9jLJhBRUak6odwSGPusp/edit?usp=sharing&ouid=107154731625909244216&rtpof=true&sd=true
<ul style="list-style-type: none"> Apêndice B – TALE
<ul style="list-style-type: none"> https://docs.google.com/document/d/1NsuM6X39J_6QURnvwAWapuT1Abqf-f-39/edit?usp=sharing&ouid=107154731625909244216&rtpof=true&sd=true

Fonte: elaborada pelo autor (2024).

A sequência didática ficará hospedada no *site* de produtos educacionais do grupo de pesquisa em tecnodocência⁶, para ser divulgado em palestras e apresentações de trabalhos em eventos nacionais e internacionais.

⁶Link de acesso: <https://sites.google.com/view/produtogpt>.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

“No meio do caminho tinha uma pedra. Tinha uma pedra no meio do caminho...” (Carlos Drummond).

A aplicação de uma proposta de sequência didática, pautada nos pressupostos teóricos do construcionismo e da tecnodocência para o desenvolvimento de MADEs, influenciou os estudantes no processo de aprendizagem de conceitos e procedimentos de fração, colocando-os como protagonistas do processo de aprendizagem e no desenvolvimento de sua autonomia. Dessa forma, a sequência didática aplicada e analisada na presente pesquisa, apresentou-se como produto educacional, trazendo inovação metodológica de ensino para pesquisadores e professores, a partir da construção de MADEs pelos estudantes, primordialmente, no conteúdo de fração, com o uso de tecnologia digital, promovendo desta forma uma aprendizagem mais próxima da realidade dos estudantes.

A matemática apresentada nas escolas brasileiras, está muito distante da realidade vivida pelos estudantes, com uma quantidade significativa de aulas expositivas, gerando descontentamento por parte dos estudantes. Acrescenta-se a isso a quantidade de definições e procedimentos em relação ao conteúdo de fração, afastando-os cada vez mais de uma aprendizagem que traga sentido e significado. Diante dessa perspectiva, traçou-se o seguinte objetivo, “avaliar de que forma a aplicação de uma proposta de sequência didática pautada nos pressupostos teóricos do construcionismo e da tecnodocência, fazendo uso do *software Wordwall*, para o desenvolvimento de jogos por estudantes de 8º ano do Ensino Fundamental, influencia no processo de aprendizagem de conceitos e procedimentos de fração”.

Os resultados mostraram que a utilização da SD, na qual coloca os alunos para desenvolver jogos sobre fração de forma autoral, trouxe contribuições favoráveis, colocando a maioria dos alunos em processo de aprendizagem. No entanto, é preciso rever algumas abordagens para possibilitar uma diminuição no número de estagnações, mobilizando os estudantes a uma compreensão mais aprofundada sobre esse conteúdo.

A aplicabilidade da sequência didática, com a presença de equipamentos tecnológicos, como a utilização de computadores, *Chromebooks* e do artefato tecnológico digital, passando pelos princípios da tecnodocência e dimensões do construcionismo, contribuiu para o objetivo geral ser alcançado. Entretanto, pode ser repensada e alterada em relação aos

“elementos de aplicabilidade e clareza”, modificando, principalmente, os “elementos números de participantes, data prevista e grupos previstos”.

Os resultados sobre a definição e a identificação dos conceitos de fração e fração equivalente mostraram os estudantes identificando a fração como uma parte de um todo, tanto em uma representação algébrica quanto geométrica. Ressalta-se que os estudantes apresentaram mais facilidade em identificar o conceito de fração equivalente em contextos aplicados do que em sua definição. Para problemas com adição de frações com denominadores iguais, denotou-se maior compreensão do que para problemas com adição de frações com denominadores diferentes. Constatou-se que a grande dificuldade dos estudantes está em lembrar o procedimento do cálculo do mínimo múltiplo comum (M.M.C.), ou transformar em frações equivalentes para cálculos de adição com denominadores diferentes.

A partir da pesquisa e do envolvimento entre os estudantes de cada grupo em relação ao conteúdo de fração, foi possível observar, através de relatos, as superações e os aprofundamentos em enfrentar novos desafios (trabalhar em grupo, dividir os conhecimentos, resgatar a autoestima), buscando alternativas para a aprendizagem com apoio tecnológico. Os estudantes sujeitos da pesquisa, apresentaram diferentes sugestões para a melhoria da experiência com a SD, a serem incorporadas em seu redesenho. A dedicação e o desejo de buscar novos objetivos demonstrados durante o processo de desenvolvimento dos MADEs, mostrou uma aprovação da proposta pela maioria dos estudantes.

A partir da fala e escrita dos sujeitos participantes da pesquisa, foi possível notar que necessitam de aulas planejadas em busca de contextos utilizáveis em seu cotidiano, como o uso de artefatos tecnológicos, computadores e celulares, juntamente com a proposta da tecnodocência, que podem ser incorporadas no dia a dia da sala de aula. No entanto, uma fragilidade demonstrada se verificou em relação à quantidade reduzida de estudantes participantes da pesquisa, tornando inviável a generalização dos resultados. Esse aspecto evoca novas pesquisas, ampliando, desta forma, a quantidade de sujeitos e podendo incluir outras instituições de ensino.

Os resultados obtidos e sintetizados serão apresentados para pesquisadores da área e professores da rede municipal de educação, bem como, transformados em artigos científicos para revistas e congressos educativos, em busca de divulgação e avaliação pelos pares sobre o estudo desenvolvido. Pretende-se, ainda, direcionar esta pesquisa científica para o desenvolvimento de novas pesquisas do projeto de doutorado, a fim de obter maior

aprofundamento de ideias e perspectivas, contribuindo, desta forma, para cumprir as lacunas da pesquisa, trazendo inovações relevantes para este campo de estudo.

REFERÊNCIAS

- ALRØ, H.; SKOVSMOSE, O. **Diálogo e aprendizagem em educação matemática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2006.
- ALVES, L.; COUTINHO, I. J. Games e educação: nas trilhas da avaliação baseada em evidências. In: ALVES, Lynn; COUTINHO, Isa de Jesus. **Jogos digitais e aprendizagem: fundamentos para uma prática baseada em evidências**. Campinas: Papirus, 2016. p. 9–15.
- ANDALÉCIO, A. M. L. **Informação, conhecimento e transdisciplinaridade: mudanças na ciência, na universidade e na comunicação científica**. 2009. Tese (Doutorado) – Escola de Ciência da Informação, Universidade Federal de Minas Gerais, 2009. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/items/563886a9-3251-4836-8e1f-4f51546b86f0>. Acesso em: 8 fev. 2024.
- AZEVEDO, G. T. de *et al.* Produção de games nas aulas de matemática: por que não? **Acta Scientiae**, Canoas, v. 20, n. 5, p. 950–966, 2018. DOI: <https://doi.org/fcc7>. Disponível em: <https://www.periodicos.ulbra.br/index.php/acta/article/view/4152>. Acesso em: 15 out. 2023.
- AZEVEDO, G. T. de; MALTEMPI, M. V. Processo formativo em matemática e robótica: construcionismo, pensamento computacional e aprendizagem criativa. **Tecnologias, Sociedade e Conhecimento**, Campinas, SP, v. 7, n. 2, p. 85–107, 2020. DOI: 10.20396/tsc.v7i2.14857. Disponível em: <https://econtents.bc.unicamp.br/inpec/index.php/tsc/article/view/14857>. Acesso em: 15 out. 2023.
- BATISTA, C. A. S.; SIQUEIRA, M. R. P. A inserção da Física Moderna e Contemporânea em ambientes reais de sala de aula: uma sequência de ensino-aprendizagem sobre radioatividade. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, [s. l.], v. 34, n. 3, p. 880–902, dez. 2017. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6231321>. Acesso em: 20 out. 2023.
- BERTONI, N. E. **Educação e linguagem matemática IV: frações e números fracionários**. Brasília, DF: Universidade de Brasília, 2009.
- BICUDO, M. A. V. Pesquisa qualitativa e pesquisa qualitativa segundo a abordagem fenomenológica. In: BORBA, M. C.; ARAÚJO, J. L. **Pesquisa qualitativa em educação matemática**. 2. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2006. p. 101–113. (Coleção Tendências em Educação Matemática). Disponível em: http://www1.rc.unesp.br/gpimem/downloads/artigos/borba/borba-minicurso_a-pesquisa-qualitativa-em-em.pdf. Acesso em: 20 out. 2023.
- BOYER, C. B. **História da matemática**. São Paulo: Edgard Blücher, 2003.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular – BNCC**. Brasília, DF: MEC, 2017.
- CARDOSO, P. **Ensinar frações: um olhar sobre o conhecimento de professores do 1º ciclo do ensino básico**. 2017. Tese (Doutoramento em Ciências da Educação – Educação Matemática) – Instituto de Educação, Universidade do Minho, Braga, 2017.

CAVALIERI, L. **O ensino das frações**. 2005. Monografia (Especialização) – Curso de Especialização em Ensino de Matemática, Universidade Paranaense – UNIPAR, Umuarama, 2005.

COSTIKYAN, G. **I have no words & I must design**. [S. l.]: Interactive Dramas, [20--]. Publicado anteriormente em 1994 em “Interactive Fantasy #2”. Disponível em: <http://www.interactivedramas.info/papers/nowordscostikyan.pdf>. Acesso em: 23 nov. 2023.

D’AMBRÓSIO, Ubiratan. As matemáticas e seu entorno sócio-cultural. In: CONGRESO IBEROAMERICANO DE EDUCACIÓN MATEMÁTICA, 1., 1991, Paris. **Memórias [...]** Paris: [s. n.], 1991.

DANTE, Luiz Roberto. **Tudo é matemática**: 5ª série. São Paulo: Ática, 2013.

DARELA, Eliane; CARDOSO, Marleide Coan; ROSA, Rosana Camilo da. **História da matemática**: livro didático. 3. ed. Palhoça: UnisulVirtual, 2011. 295 p.

DIAS, Maria da Silva; MORETTI, Valéria Diniz. **Números e operações**: elementos lógicos-históricos para a aprendizagem. Curitiba: Ibpx, 2011.

EVES, Howard. **Introdução à história da matemática**. Trad. H. H. Domingues. Campinas: Unicamp, 2004.

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. **Dicionário da língua portuguesa**. Curitiba: Positivo, 2010.

LESSA FILHO, C. A. C. Lessa *et al.* Um jogo digital baseado no construcionismo. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, [s. l.], v. 23, n. 2, p. 175–189, 2015.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 2011.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1980.

FROTA, M. E. S. da. **Aprendizagem de matemática financeira no ensino médio**: uso de planilha eletrônica em uma abordagem construcionista. 2023. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Pró-Reitoria de Ensino e Pesquisa, Universidade Federal do Ceará, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/75168>. Acesso em: 18 fev. 2024.

FURTADO, A. R. *et al.* Recursos didáticos promotores do sentido de número no 1.º ciclo do Ensino Básico. **Jornal das Primeiras Matemáticas**, Lisboa, n. 11, p. 33–63, dez. 2018. Disponível em: <https://ludicum.org/jornal-das-primeras-matematicas/jpm-2018-no-11/jpm-2018-no-11-recursos-didaticos-promotores-do-sentido-de-numero-no-1o-ciclo-do-ensino-basico/>. Acesso em: 22 jan. 2024.

GARCEZ, Wagner Rohr. **Tópicos sobre o ensino de frações**: equivalência. 2013. Dissertação (Mestrado em Educação) – Instituto Nacional de Matemática Pura e Aplicada, Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: https://impa.br/wp-content/uploads/2016/12/Wagner_rohr_garcez.pdf. Acesso em: 24 out. 2023.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GODOY, A. S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **RAE – Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 57–63, 1995. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rae/a/wf9CgwXVjpLFVgpwNkCgnnC/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 6 fev. 2024.

GOMES, A. S.; GOMES, C. R. A. Classificação dos tipos de pesquisa em informática na educação. In: JAQUES, P. A.; PIMENTEL, M.; SIQUEIRA, S.; BITTENCOURT, I. (org.). **Metodologia de pesquisa científica em informática na educação: concepção de pesquisa**. Porto Alegre: SBC, 2020. (Série Metodologia de Pesquisa em Informática na Educação, v. 1). Disponível em: <https://metodologia.ceie-br.org/livro-1>. Acesso em: 20 nov. 2023.

GRANDO, R. C. **O conhecimento matemático e o uso de jogos na sala de aula**. 2000. Tese (Doutorado) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, 2000.

GUERREIRO, H. G.; SERRAZINA, M. de L.; PONTE, J. P. da. Percentagem na aprendizagem com compreensão dos números racionais. **Zetetiké**, [s. l.], v. 26, p. 354–374, 2018. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/zetetike/article/view/8651281>. Acesso em: 5 mar. 2024.

GUISASOLA, J.; ZUZA, K.; AMETLLER, J.; GUTIERREZ-BERRAONDO, J. Evaluating and redesigning teaching learning sequences at the introductory physics level. **Physical Review Physics Education Research**, [s. l.], v. 13, n. 2, p. 020139-1–020139-14, 2017. Disponível em: <https://journals.aps.org/prper/abstract/10.1103/PhysRevPhysEducRes.13.020139>. Acesso em: 6 mar. 2024.

HAROUANI, H. **Purpose and education: the case of mathematics**. 2015. Tese (Doutorado) – Harvard Graduate School of Education, 2015. Disponível em: <https://dash.harvard.edu/handle/1/16461047>. Acesso em: 18 nov. 2023.

HASSTENTEUFEL, G. R.; ZORZI, F. Oficina: revisão de frações e números decimais para alunos do 7º e 8º anos. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, [s. l.], v. 7, n. 7, p. 1092–1096, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.51891/rease.v7i7.1748>. Acesso em: 16 out. 2023.

HOFFMAN, B.; SANTOS-WAGNER. Reflexões de professores sobre divisão de fração por fração: compreensões e filosofias. **Revista Brasileira de Educação Matemática**, [s. l.], v. 25, n. 1, p. 47–77, 2023. DOI: <https://doi.org/10.23925/1983-3156.2023v25i1p47-77>. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/emp/article/view/57424>. Acesso em: 18 mar. 2024.

HOUAISS, A. Quociente. In: HOUAISS, A. **Houaiss eletrônico**. Rio de Janeiro: Objetiva, 2009. 1 CD-ROM.

HUIZINGA, J. **Homo ludens: o jogo como elemento da cultura**. 4. ed. Tradução de João Paulo Monteiro. São Paulo: Perspectiva, 2000.

IFRAH, G. **História universal dos algarismos: a inteligência dos homens contada pelos**

números e pelo cálculo. Tradução de Alberto Muñoz e Ana Beatriz Katinsky. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997. Editora. Tomo 1.

IMENES, L. M. P.; LELLIS, M. **Microdicionário de matemática**. São Paulo: Scipione, 1998.

KENSKI, V. M. **Educação e tecnologias: o novo ritmo da informação**. Campinas: Papirus, 2007.

LÉVY, P. **Cibercultura**. Tradução de Carlos Irineu da Costa. São Paulo: Ed. 34, p. 272, 1999.

LIMA, L. de *et al.* Redes sociais e docência: um estudo sobre a integração da rede social Instagram no contexto escolar. **Revista Internacional Educon**, [s. l.], v. 1, n. 1, e20011012, set./dez. 2020. Disponível em: https://revistas.icesp.br/index.php/FINOM_Humanidade_Tecnologia/article/view/1324. Acesso em: 19 mar. 2024.

LIMA, L. de. **A aprendizagem significativa do conceito de função da formação inicial do professor de matemática**. 2008. 155 f. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Educação) – Centro de Educação, Universidade Estadual do Ceará, 2008. Disponível em: <http://32reuniao.anped.org.br/arquivos/trabalhos/GT19-5574--Int.pdf>. Acesso em: 5 abr. 2024.

LIMA, L. de; LOUREIRO, R. C. Avaliação de proposta de sequência didática pautada na tecnodocência aplicada na educação básica. **Concilium**, [s. l.], v. 25, n. 5, 2024. DOI: 10.53660/CLM-3040-24E19. Disponível em: https://drive.google.com/file/d/1Wrs2smN1A48HlaZdsj0amORsVYEx5_Yy/view. Acesso em: 10 mar. 2025.

LIMA, L. de; LOUREIRO, R. C. Integração entre docência e tecnologia digital: o desenvolvimento de materiais autorais digitais educacionais em contexto interdisciplinar. **Revista Tecnologias na Educação**, [s. l.], v. 17, n. 8, p. 1–11, 2016. Disponível em: https://drive.google.com/file/d/15wJS31UkG_7_nFVb9KKhLB2VQ61eGG7B/view. Acesso em: 1 nov. 2023.

LIMA, L. de; LOUREIRO, R. C. **Tecnodocência: concepções teóricas**. Fortaleza: Edições UFC, 2019.

LIMA, L. de; TELES, G.; LOUREIRO, R. C. A docência a partir de práticas tecnodocentes: a compreensão de licenciandos. **Revista Acadêmica Licencia&Acturas**, [s. l.], v. 8, n. 2, p. 46–58, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.55602/rlic.v8i2.206>. Acesso em: 18 out. 2023. Disponível em: <https://old.licenciaeacturas.com.br/index.php/licenciaeacturas/article/view/181>. Acesso em: 30 jan. 2025.

LINS, R. C.; SILVA, H. Frações. *In*: BRASIL. Ministério da Educação. **Pró-Letramento: programa de formação continuada de professores dos anos/séries iniciais do ensino fundamental: matemática**. Brasília, DF: MEC/SEB, 2008. fasc. 4, p. 8–39.

LOPES, A. J. O que nossos alunos podem estar deixando de aprender sobre frações, quando

tentamos lhes ensinar frações. **Bolema**, Rio Claro (SP), v. 21, n. 31, p. 1–22, 2008.

LOUREIRO, R. C.; LIMA, L. **Tecnodocência**: integração entre tecnologias digitais da informação e comunicação e docência na formação do professor. Fortaleza: [s. n.], 2018.

MACEDO, L.; PETTY, A. N. S.; PASSOS, N. C. **Aprender com jogos e situações-problema**. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000.

MALTEMPI, M. V. **Construção de páginas Web**: depuração e especificação de um ambiente de aprendizagem. 2000. Tese (Doutorado) – Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000.

MALTEMPI, M. V. Construcionismo: pano de fundo para pesquisas em informática aplicada à educação matemática. In: BICUDO, M. A. V.; BORBA, M. C. (org.). **Educação matemática**: pesquisa em movimento. São Paulo: Cortez, 2004. p. 287–307.

MARANHÃO, M. C. S. de A.; IGLIORI, S. B. C. Registro de representação e os números racionais. In: MACHADO, S. da (org.). **Aprendizagem em matemática**: registros de representação semiótica. Campinas: Papirus, 2003. p. 57–70.

MARINHO, F. V. M. **Saberes docentes para a promoção de aprendizagem em ciências e matemática a partir do desenvolvimento de jogos digitais**. 2014. 367 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

MATHIAS, C. Trocando em miúdos: ser professor é uma arte de fim social. **Jornal Da Licença**, Ano XX, n. 65. out. nov. dez., 3. Universidade Federal Fluminense. Niterói, 2015.

MATOS, K. S. L. de; VIEIRA, S. L. **Pesquisa educacional**: o prazer de conhecer. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2001.

MEDEIROS, V. e N. Abordagem qualitativa: estudo na pós-graduação em educação da Universidade Estadual do Ceará (2004–2014). **HOLOS**, [s. l.], v. 32, n. 2, p. 1–16, 2017. Disponível em: <https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/4457>. Acesso em: 13 out. 2024.

MINAYO, M. C. S.; SANCHES, O. Quantitative and qualitative methods: opposition or complementarity? **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 3, p. 239–262, jul./set. 1993.

MONTEIRO, A. B.; GROENWALD, C. L. O. Dificuldades na aprendizagem de frações: reflexões a partir de uma experiência utilizando testes adaptativos. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, [s. l.], v. 7, n. 2, p. 103–135, 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/38217>. Acesso em: 12 nov. 2024.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. do C. Análise textual discursiva: processo reconstrutivo de múltiplas faces. **Ciências & Educação**, Bauru, v. 12, n. 1, p. 117–128, 2006. Disponível em: http://educa.fcc.org.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1516-73132006000100009&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 6 jan. 2025.

MOSS, J. Percents and proportion at the center: altering the teaching sequence for rational number. In: LITWILLER, B. (ed.). **Making sense of fractions**: ratios and proportions: 2002

Yearbook. Reston: NCTM, 2002. p. 109–120.

MOSS, J.; CASE, R. Developing children's understanding of the rational numbers: a new model and an experimental curriculum. **Journal for Research in Mathematics Education**, Reston, v. 30, n. 2, p. 122–147, mar. 1999. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/749607>. Acesso em: 8 out. 2024.

MOTA, É. R. L. C. **O construcionismo de Papert como concepção epistemológica: fundamentos para qual educação?** 2014. 120 f. Dissertação (Mestrado Acadêmico) – Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2014. Disponível em: <http://siduece.uece.br/siduece/trabalhoAcademicoPublico.jsf?id=83063>. Acesso em: 10 maio 2024.

MOURA, M. A atividade de ensino como ação formadora. In: CASTRO, A.; CARVALHO, A. (org.). **Ensinar a ensinar: didática para a escola**. São Paulo: Editora Pioneira, 2001.

MOURA, M. A atividade de ensino como unidade formadora. **Bolema**, São Paulo, v. 2, n. 12, p. 29–43, 1996.

MOURA, M. **O educador matemático na coletividade de formação: uma experiência com a escola pública**. 2000. Tese (Livre Docência em Metodologia do Ensino de Matemática) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

ORLOWSKI, N.; PANOSSIAN, M. L.; MOCROSKY, L. F.; ASSIS, J. S. Um problema desencadeador do conceito de fração: desdobramentos para o processo de formar-se professor. **Revista Paradigma**, [s. l.], v. 63, ed. tem. n. 1, p. 184–206, 2022. Disponível em: <https://revistaparadigma.com.br/index.php/paradigma/article/view/1166>. Acesso em: 8 out. 2024.

PAPERT, S. **A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática**. Porto Alegre: Artmed, 2008.

PAPERT, Seymour. **Constructionism: a new opportunity for elementary science education: a proposal to the National Science Foundation**. Cambridge, Massachusetts: Massachusetts Institute of Technology, Media Laboratory, Epistemology and Learning Group, 1986.

PARLETT, D. **The Oxford history of board games**. Oxford: Oxford University Press, 1999.

POETA, C. D. **Concepções metodológicas para o uso de jogos digitais educacionais nas práticas pedagógicas de matemática no ensino fundamental**. 2013. 88 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Luterana do Brasil, Canoas, 2013.

SALEN, K.; ZIMMERMAN, E. **Regras do jogo: fundamentos do design de jogos**. São Paulo: Blucher, 2012.

SAMPAIO, D. C. **Desenvolvimento de projeto científico por alunos do ensino médio com base no construcionismo e no uso de planilha eletrônica**. 2023. 232 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/74420>. Acesso em: 4 fev. 2024.

SAMPIERI, R. H.; CALLADO, C. F.; LUCIO, M. D. P. B. **Metodologia da pesquisa**. 5. ed. Porto Alegre: Penso, 2013.

SANTANA, A.; NASCIMENTO, P. R. A história do lúdico na educação. **Revista Eletrônica de Educação Matemática – REVEMAT**, [s. l.], v. 6, n. 2, 2011. DOI: <https://doi.org/10.5007/1981-1322.2011v6n2p19>. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/revemat/article/view/1981-1322.2011v6n2p19>. Acesso em: 4 abr. 2024.

SANTOS, A. **O conceito de fração em seus diferentes significados**: um estudo diagnóstico junto a professores que atuam no ensino fundamental. 2009. 118 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2009.

SANTOS, M. J. C. dos. **Ensino de matemática**: discussões teóricas e experiências formativas exitosas para professores do Ensino Fundamental. Curitiba: CRV, 2022. 148 p. (Coleções Publicações GTERCOA, v. 3).

SERRES, F.; BASSO, M. V. de A. Mídias digitais de comunicação: autoria e aprendizagem de matemática. In: WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA, 15., 2009, Bento Gonçalves. **Anais [...]**. Bento Gonçalves: [s. n.], 2009.

SILVA, A. A. C. **Mínimo Múltiplo Comum (MMC)**. [S. l.], 2021. Disponível em: <https://www.infoescola.com/matematica/minimo-multiplo-comum-mmc/>. Acesso em: 12 dez. 2023.

SILVA, M. J. F. da. **Investigando saberes de professores do Ensino Fundamental com enfoque em números fracionários para a quinta série**. 2005. 302 f. Tese (Doutorado em Educação) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2005.

SILVA, S. S. V. A.; FERRAZ, D. P. A. A visão do professor sobre jogos digitais no ensino da matemática para alunos com deficiência intelectual: estado da arte. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, [s. l.], v. 21, n. 1, p. 180–196, 2019. DOI: <https://doi.org/10.23925/1983-3156.2019v21i1p180-196>. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/emp/article/view/37978>. Acesso em: 12 dez. 2023.

SMOLE, K. S.; DINIZ, M. I.; MILANI, E. **Jogos de matemática de 6º ao 9º ano**: ensino fundamental. Porto Alegre: Artmed, 2007.

SOARES, C. D. da S. *et al.* Experiência de regência: números racionais com o uso de jogos digitais. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA E ENSINO EM CIÊNCIAS – CONAPESC, 6., 2021, Campina Grande. **Anais [...]**. Campina Grande: Editora Realize, 2021. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/index.php/artigo/visualizar/76888>. Acesso em: 16 out. 2023.

TREMBLAY, M-A. Reflexões sobre uma trajetória pessoal pela diversidade de objetos de pesquisa. In: POUPART, J. **A pesquisa qualitativa**: enfoques epistemológicos e metodológicos. Tradução de Ana Cristina Arantes Nasser. 2. ed. Petrópolis: Vozes, 2010.

TRENTIN, M. A. S.; BOSZKO, L. Ensinando frações com jogos digitais organizados sob a teoria dos registros de representação semiótica. **Dialogia**, [s. l.], n. 42, p. e22220, 2022. DOI:

<https://doi.org/10.5585/42.2022.22220>. Disponível em:
<https://periodicos.uninove.br/dialogia/article/view/22220>. Acesso em: 25 set. 2023.

VAN DEN HEUVEL-PANHUIZEN, M. The didactical use of models in realistic mathematics education: an example from a longitudinal trajectory on percentage. **Educational Studies in Mathematics**, [s. l.], v. 54, n. 1, p. 9–35, 2003.

VERGNAUD, G. Multiplicative structures in acquisition of mathematics concepts and processes. *In*: LESH, R.; LANDAU, M. (ed.). **Acquisition of mathematics concepts and processes**. New York: Academic Press, 1983. p. 127 até 174.

YIN, R. K. **Pesquisa qualitativa**: do início ao fim. Porto Alegre: Penso, 2016.

ZABALA, A. **A prática educativa**: como ensinar. Porto Alegre: Artmed, 2014.

APÊNDICE A - QUADRO DE INDICADORES DE APRENDIZAGEM

Indicadores de Aprendizagem Conceitual				
Código	Conceito	Deve aprender/Definição	Tipo Dificuldade prevista	Grau de Dificuldade Prevista
IC1	Fração	A expressão a/b , sendo a e b números naturais, com $b \neq 0$, é chamada de fração e representa um número racional escrito na forma fracionária (número fracionário) (Giovanni; Castrucci; Giovanni Júnior, 2002, p. 143). Considere um todo (ou unidade) dividido em partes iguais, do qual se tomam algumas partes. A fração indica as partes tomadas. São usadas para expressar medidas (Imenes; Lellis, 1998, p. 137). As frações podem indicar razão entre duas grandezas (Imenes; Lellis, 1998, p. 137).		média
IC2	Numerador	O Numerador indica quantas das partes foram consideradas (Imenes; Lellis, 1998, p. 137).		baixa
IC3	Denominador	O Denominador é o número que está debaixo do traço de uma fração, indica em quantas partes vai ser dividido o inteiro (Soares, 2005, p. 57).		baixa
IC4	Fração Equivalente	Quando multiplicamos ou dividimos o numerador e o denominador de uma fração por um mesmo número, diferente de zero, obtemos sempre uma fração equivalente à fração dada (Giovanni; Castrucci; Giovanni Júnior, 2002, p. 154).		média
IC5	Representação algébrica de Fração	Representada por dois valores divididos pelo símbolo horizontal.		média
IC6	Representação geométrica de Fração	Lopes se apoia em Vergnaud (1983), a notação de fração na qual aparecem os elementos, numerador e denominador separados por um traço na vertical.		baixa

IC8	Reconhecimento de frações equivalentes	Quando frações com algarismos diferentes são múltiplos um do outro, frações equivalentes podem-se multiplicar (ou dividir) os termos de um número fracionário por um número qualquer, diferente de zero, que se obtém sempre um representante da mesma classe de equivalência (Silva, 2021).		alta
Indicadores de Aprendizagem Procedimental				
IP1	Cálculo de Frações Equivalentes	Frações equivalentes podem-se multiplicar (ou dividir) os termos de um número fracionário por um número qualquer, diferente de zero, que se obtém sempre um representante da mesma classe de equivalência (Silva, 2021). $\frac{1}{3}$ multiplicando numerador e denominador por 2 teremos $\frac{2}{6}$.		alta
IP2	Cálculo do M.M.C. de dois ou mais números	Dados dois números naturais, não-nulos, denomina-se mínimo múltiplo comum (m.m.c.) desses números o menor dos múltiplos comuns dos números dados, que seja diferente de zero (Giovanni; Castrucci; Giovanni Júnior, 2002, p. 113).		alta
IP3	Adição de Frações com denominadores iguais	Identificamos o menor número primo que divide pelo menos um dos números dados. No caso, o menor primo é 2. Efetuamos as divisões (quando exatas) ou repetimos o número (quando a divisão não é exata). Continuamos a divisão pelo mesmo número 2, enquanto houver pelo menos uma divisão exata. Não havendo agora, na última linha, nenhum número divisível por 2, procuramos o próximo número primo que divide pelo menos um deles. É claro que é 3. Continuamos com esse procedimento até que na última linha só apareça o número 1. O produto dos números primos à direita do traço vertical é o M.M.C. dos números dados (Silva, 2021).		baixa
IP4	Adição de Frações com	Cálculo do M.M.C. (360, 150, 45).		alta

	denominadores diferentes			
IP5	Subtração de Frações com denominadores iguais			baixa
IP6	Subtração de Frações com denominadores diferentes	Encontra mmc, substituindo numeradores e denominadores por frações equivalentes.		alta

APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO INICIAL



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA (ENCIMA)

QUESTIONÁRIO INICIAL

Título da Pesquisa: **AVALIAÇÃO DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE FRAÇÃO A PARTIR DO DESENVOLVIMENTO DE MATERIAIS AUTORAIS DIGITAIS EDUCACIONAIS**

Pesquisador: **Denilson Rivelino de Andrade**

Orientadora: **Professora Doutora Luciana de Lima**

Data de aplicação do questionário: 19/08/2024

Apresentação

Para responder às perguntas do questionário é importante que você pense livremente, sem consulta. O que você tem dentro de sua mente é muito precioso, então seja honesto(a) com você mesmo(a).

É necessário responder todas as perguntas. Caso você não conheça a resposta, basta escrever que não sabe. Mas, é muito importante que você se esforce ao máximo para responder.

Parte 1 - DADOS PERSONOGRÁFICOS



Na Parte 1 você responde a perguntas com informações relevantes sobre você. São perguntas pessoais.

1. Nome Completo (Resposta Livre) _____
2. E-mail (Resposta Livre) _____
3. WhatsApp (Resposta Livre) _____
4. Número de algum documento (RG, CPF ou matrícula) (Resposta Livre) _____
5. Idade (Resposta Livre) _____
6. Gênero
 - a. Feminino
 - b. Masculino
 - c. Prefiro não dizer
 - d. Outro
7. Série (Resposta Livre) _____
8. Você tem computador ou notebook?

- a. Sim
 - b. Não
9. Você tem celular?
- a. Sim
 - b. Não
10. Você tem tablet?
- a. Sim
 - b. Não
11. Qual é o equipamento digital que você mais utiliza no dia-a-dia?
- a. Computador/notebook
 - b. Celular/Smartphone
 - c. Tablet
 - d. Outro
12. Com que frequência você utiliza esse equipamento digital?
- a. Mais de 5 horas por dia
 - b. De 4 a 5 horas por dia
 - c. De 2 a 3 horas por dia
 - d. 1 hora por dia
 - e. 3 vezes por semana
 - f. 1 vez por semana
 - g. 1 vez a cada 15 dias
 - h. 1 vez por mês
13. Qual é o equipamento digital que você mais utiliza na escola?
- a. Computador/notebook
 - b. Celular
 - c. Tablet
 - d. Não pode utilizar na escola
 - e. Outro
14. Com que frequência você utiliza esse equipamento digital na escola?
- a. Mais de 5 horas por dia
 - b. De 4 a 5 horas por dia
 - c. De 2 a 3 horas por dia
 - d. 1 hora por dia
 - e. 3 vezes por semana
 - f. 1 vez por semana
 - g. 1 vez a cada 15 dias
 - h. 1 vez por mês
 - i. Não pode utilizar na escola
15. Quais softwares você geralmente utiliza para desenvolver suas atividades da escola? Marque APENAS as três opções mais frequentes (múltipla escolha)
- a. Editor de texto
 - b. Planilha eletrônica
 - c. Slides
 - d. Calculadora
 - e. Formulário
 - f. Não pode utilizar na escola
 - g. Outro
16. O que você costuma fazer quando navega pela internet? Marque APENAS as três opções mais frequentes (múltipla escolha)

- a. Converso com amigos pelas redes sociais – Facebook, Twitter, Instagram, Tik Tok, outras
 - b. Participo de jogos, busco entretenimento e lazer
 - c. Utilizo jogos educativos para estudar
 - d. Faço pesquisas para trabalhos da escola
 - e. Faço pesquisas sobre profissão, estudos futuros e trabalho
 - f. Leio notícias
 - g. Assisto vídeos, filmes e séries
 - h. Ouço podcasts – SoundCloud, Spotify, Rádio Virtual
 - i. Gravo vídeos
 - j. Gravo podcasts
 - k. Escrevo no meu blog ou no meu site
 - l. Envio fotos
 - m. Leio ou escrevo e-mails
 - n. Outro
17. Você já utilizou um jogo no Wordwall antes?
- a. Sim
 - b. Não
18. O que você realizou quando utilizou um jogo no Wordwall?
19. Em que aula utilizou o jogo no Wordwall? Se não utilizou em nenhuma aula, escreva NENHUMA

Parte 2 - PERGUNTAS CONCEITUAIS

1. O que é Fração? _____
2. Qual das expressões abaixo representa uma fração? Só tem três opções corretas, então escolha apenas as três que considerar corretas.
- a) $3/4$
 - b) 
 - c) $15/4,5$
 - d) $5/5$
 - e) 
3. O que é Numerador de uma Fração? _____
4. Das frações abaixo, marque aquela que representa seu numerador. Só tem uma opção correta.
- a) Fração = $\frac{3}{4}$ -> numerador = 3
 - b) Fração = $\frac{5}{6}$ -> numerador = 6
 - c) Fração = $\frac{18}{5}$ -> numerador = 5
 - d) Fração = $\frac{1}{2}$ -> numerador = 3
5. O que é Denominador de uma Fração? _____

6. Das frações abaixo, marque aquela que representa seu denominador. Só tem uma opção correta.
- a) Fração = $\frac{3}{4}$ -> denominador = 3
 - b) Fração = $\frac{5}{6}$ -> denominador = 6
 - c) Fração = $\frac{18}{5}$ -> denominador = 18
 - d) Fração = $\frac{1}{2}$ -> denominador = 3
7. O que são Frações Equivalentes? _____
8. Quais das Frações abaixo podem ser consideradas equivalentes? Você pode escolher mais de uma opção.
- a) $\frac{3}{4}$ e $\frac{6}{8}$
 - b) $\frac{2}{3}$ e $\frac{6}{10}$
 - c) $\frac{1}{5}$ e $\frac{3}{10}$
 - d) $\frac{1}{2}$ e $\frac{6}{12}$

Parte 3 - PERGUNTAS PROCEDIMENTAIS



1. Calcule $\frac{5}{9} + \frac{2}{9} - \frac{1}{9}$. _____
2. Calcule $\frac{1}{2} + \frac{2}{3} - \frac{4}{6}$. _____
3. Para fazer um trabalho escolar, Carlos utilizou $\frac{1}{4}$ de uma folha de cartolina e Joana utilizou $\frac{2}{4}$ da mesma folha. Que fração dessa folha, Carlos e Joana utilizaram juntos?
4. Maria gasta $\frac{1}{3}$ da sua mesada com maquiagem e $\frac{2}{4}$ da sua mesada com alimentação. Que fração da sua mesada Maria gasta com maquiagem e alimentação juntas?
5. Um chocolate foi dividido em 8 partes iguais. Mário comeu $\frac{2}{8}$ do chocolate, enquanto Ivo comeu $\frac{4}{8}$ do mesmo chocolate. Que fração do chocolate representa o quanto Ivo comeu a mais do que Mário?
6. Ana e Marcos recebem muitas mensagens no WhatsApp todos os dias. Das mensagens de Ana, $\frac{3}{5}$ são propagandas; das mensagens de Marcos, $\frac{3}{4}$ são propagandas. Que fração das mensagens de propaganda representa o quanto Marcos recebe a mais do que Ana?

APÊNDICE C - RELATÓRIO DE OBSERVAÇÃO

ESCOLA MUNICIPAL PROFESSOR ERNESTO GURGEL	
DENILSON RIVELINO DE ANDRADE	
INTERVENÇÃO 1	
APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA – TCLE e TALE	
DATA PREVISTA – 12/08/2024	DATA DE EXECUÇÃO – 12/08/2024
<ul style="list-style-type: none"> • A Data prevista da Intervenção foi cumprida? Sim (X) Não () 	
<ul style="list-style-type: none"> • Se a data não foi cumprida, qual é a diferença de tempo da data prevista para a data executada? 	
<ul style="list-style-type: none"> • Por qual motivo a data prevista não foi cumprida? 	
<ul style="list-style-type: none"> • Quais são as sugestões de mudança? 	
PRINCÍPIOS DA TECNODOCÊNCIA	
<ul style="list-style-type: none"> • Nenhum Princípio da Tecnodocência é utilizado nesta Intervenção. 	
<ul style="list-style-type: none"> • Foram utilizados de fato? Sim () Não () Não se aplica (X) 	
<ul style="list-style-type: none"> • Caso não tenham sido utilizados, explicitar qual deles não foi e o motivo. 	
<ul style="list-style-type: none"> • Quais são as sugestões de mudança? 	
DIMENSÕES DO CONSTRUCIONISMO	
<ul style="list-style-type: none"> • Nenhuma Dimensão do Construcionismo é utilizada nesta Intervenção. 	
<ul style="list-style-type: none"> • Foram utilizados de fato? Sim () Não () Não se aplica (X) 	
<ul style="list-style-type: none"> • Caso não tenham sido utilizados, explicitar qual deles não foi e o motivo. 	
<ul style="list-style-type: none"> • Quais são as sugestões de mudança? 	
ARTEFATO TECNOLÓGICO DIGITAL UTILIZADO	
<ul style="list-style-type: none"> • O <i>Wordwall</i> não é utilizado nessa Intervenção. 	
<ul style="list-style-type: none"> • Foram utilizados de fato? Sim () Não () Não se aplica (X) 	
<ul style="list-style-type: none"> • Caso não tenham sido utilizados, explicitar qual foi o motivo. 	
<ul style="list-style-type: none"> • Quais são as sugestões de mudança? Mostrar algum jogo para que os estudantes possam se encantar com o que eles podem fazer 	

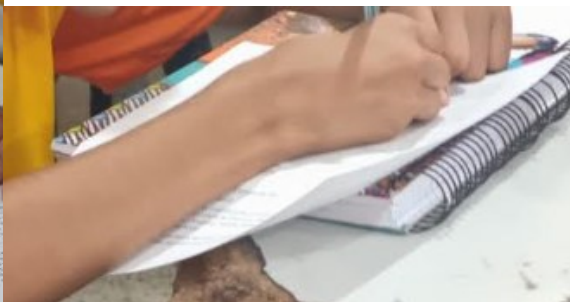
BNCC VINCULADA
<ul style="list-style-type: none"> Neste momento não se utiliza a BNCC pelo fato de ainda não se trabalhar os conteúdos com os estudantes.
<ul style="list-style-type: none"> Neste momento não se utiliza a BNCC pelo fato de ainda não se trabalhar os conteúdos com os estudantes.
<ul style="list-style-type: none"> Foram utilizados? Sim () Não () Não se aplica (X)
<ul style="list-style-type: none"> Caso não tenham sido alcançados, explicitar qual deles não foi e o motivo.
<ul style="list-style-type: none"> Quais são as sugestões de mudança?
CONTEÚDOS ABORDADOS
<ul style="list-style-type: none"> Nenhum conteúdo conceitual é trabalhado nesta Intervenção.
<ul style="list-style-type: none"> Foram utilizados de fato? Sim () Não () Não se aplica (X)
<ul style="list-style-type: none"> Caso não tenham sido utilizados, explicitar qual deles não foi e o motivo.
<ul style="list-style-type: none"> Quais são as sugestões de mudança?
OBJETIVOS ABORDADOS
<ul style="list-style-type: none"> Conhecer a proposta do Projeto de Pesquisa composto por 10 intervenções; Assinar o TALE, caso se interesse em participar da pesquisa; Solicitar que o TCLE seja assinado pelos pais ou responsáveis, caso se interesse em participar da pesquisa.
<ul style="list-style-type: none"> Foram alcançados? Sim (X) Não ()
<ul style="list-style-type: none"> Caso não tenham sido alcançados, explicitar qual deles não foi e o motivo.
<ul style="list-style-type: none"> Quais são as sugestões de mudança? A entrega do TCLE ser entregue na aula seguinte
AVALIAÇÃO
<ul style="list-style-type: none"> Perguntas verbais sobre especificidades do projeto. <p>Quando os estudantes perguntaram sobre o projeto e vantagens financeiras foi respondido que eles ao participar estariam ganhando conhecimentos, sobre as notas foi respondido que o projeto seria nota de participação</p>
<ul style="list-style-type: none"> Foram concretizadas? Sim (X) Não ()
<ul style="list-style-type: none"> Caso não tenham sido concretizadas, explicitar qual deles não foi e o motivo
<ul style="list-style-type: none"> Quais são as sugestões de mudança?

NÚMERO DE ESTUDANTES PARTICIPANTES – 33 ESTUDANTES		NÚMERO DE ESTUDANTES AUSENTES – 4 ESTUDANTES
<ul style="list-style-type: none"> O número de estudantes previsto para essa intervenção se manteve? Sim (X) Não () 		
<ul style="list-style-type: none"> Se o número de estudantes não se manteve, quantos estudantes faltaram? 4 		
<ul style="list-style-type: none"> Por qual motivo o número de estudantes foi alterado? Ausência de estudantes e novatos 		
<ul style="list-style-type: none"> Quais são esses estudantes ausentes (inserir o código dos estudantes)? 4, 6, 7 e 8 		
<ul style="list-style-type: none"> O número de grupos previsto para essa intervenção se manteve? Sim () Não () Não se aplica (X) 		
<ul style="list-style-type: none"> Por qual motivo o número de grupos foi alterado? Por conta dos ausentes e por receber alunos novatos 		
<ul style="list-style-type: none"> Quais são as sugestões de mudança, sobretudo se houver problemas em relação à formação de grupos? Não é necessário neste momento uma rigidez quanto aos grupos 		
TEMPO PREVISTO – 55 MINUTOS		TEMPO EXECUTADO – 55 MINUTOS
<ul style="list-style-type: none"> O Tempo previsto da Intervenção foi cumprido? Sim (X) Não () 		
<ul style="list-style-type: none"> Se o tempo não foi cumprido, qual é a diferença de tempo da intervenção prevista para a intervenção executada? 		
<ul style="list-style-type: none"> Por qual motivo o tempo previsto não foi cumprido? 		
<ul style="list-style-type: none"> Quais são as sugestões de mudança? Diminuir o tempo para assinatura do TALE e TCLE 		
DESCRIÇÃO PREVISTA DAS ATIVIDADES		
TEMPO	ETAPA	DESCRIÇÃO
20 minutos	1a	<ul style="list-style-type: none"> Apresentação do projeto e das propostas de atividades a serem trabalhadas durante as 10 intervenções, fazendo uso de computador ou notebook e projetor.
10 minutos	2a	<ul style="list-style-type: none"> Perguntas e Respostas sobre o Projeto.
10 minutos	3a	<ul style="list-style-type: none"> Avaliação dos conhecimentos dos estudantes sobre o Projeto.

15 minutos	4a	<ul style="list-style-type: none"> Assinatura do TCLE e do TALE.
DESCRIÇÃO PORMENORIZADA DE CADA ETAPA		
<ul style="list-style-type: none"> Etapa 1 - Apresentação do projeto e das propostas de atividades a serem trabalhadas durante as 10 intervenções, fazendo uso de computador ou notebook e projetor. A Etapa 1 da intervenção não ocorreu no tempo previsto, pois o projetor deixou de funcionar e tive que buscar 20 <i>chromebook</i> da escola, separei em duplas e terminei a apresentação no tempo de 30 minutos. Foi preparado um slide com apresentação do projeto e das propostas de intervenção, bem como apresentação de qual conteúdo seria trabalhado. 		
		
<ul style="list-style-type: none"> Etapa 2 - Perguntas e Respostas sobre o Projeto A Etapa 2 da intervenção ocorreu no tempo previsto; Com os slides expostos nos <i>chromebook</i> os estudantes teceram perguntas relativas ao projeto e quais benefícios ou perdas trariam para eles na escola, se ganharão notas para o boletim escolar ou mesmo ajuda financeira. 		
		
<ul style="list-style-type: none"> Etapa 3 - Avaliação dos conhecimentos dos estudantes sobre o Projeto. A Etapa 3 da intervenção não ocorreu no tempo previsto, foi utilizado apenas 3 minutos Os estudantes repetiam algumas perguntas já feitas anteriormente 		



- **Etapa 4 - Assinatura do TCLE e do TALE.**
- A Etapa 4 da intervenção ocorreu no tempo previsto;
- Os estudantes receberam o TCLE, fizemos a leitura e solicitei a assinatura. Entregando logo após o TALE para assinatura e entrega na aula ou intervenção seguinte.



- As etapas da intervenção foram cumpridas tal como foram planejadas? () Sim
(X) Não

- Se não foram, qual etapa precisou de alteração? Por qual motivo isso ocorreu? A etapa 1 - Apresentação do projeto e das propostas de atividades a serem trabalhadas durante as 10 intervenções, fazendo uso de computador ou notebook e projetor, com a impossibilidade de utilizar o projetor durante toda a apresentação se fez necessário aumentar o tempo para preparação de *chromebook*. E na Etapa 3 - Avaliação dos conhecimentos dos estudantes sobre o Projeto.

- Quais são as sugestões de mudança? Descrever as alterações para cada etapa da intervenção que foi alterada. Os slides foram explicados e demorou mais que o tempo estipulado para apresentação do projeto, em virtude da falha do projetor e neste sentido diminuir o tempo de perguntas sobre o projeto que foram poucas ou repetitivas.

RECURSOS UTILIZADOS

- Computador ou Notebook e seu cabo de força;
- Projetor e seu cabo de força;
- Slides com os dados do Projeto;
- Cabo de conexão entre computador e projetor.

- Todos os Recursos foram utilizados? Sim (X) Não ()

<ul style="list-style-type: none"> Quais recursos não foram utilizados?
<ul style="list-style-type: none"> Por qual motivo não foram utilizados?
<ul style="list-style-type: none"> Quais recursos foram utilizados que são diferentes desses listados? <i>Chromebook</i>.
<ul style="list-style-type: none"> Quais são as sugestões de mudança? A inclusão de <i>chromebook</i> nos recursos utilizados.
INSTRUMENTOS
<ul style="list-style-type: none"> 30 cópias do TCLE (Apêndice L); 30 cópias do TALE (Apêndice M).
<ul style="list-style-type: none"> O Instrumento acima foi utilizado? Sim (X) Não ()
<ul style="list-style-type: none"> Por qual motivo esse Instrumento não foi utilizado?
<ul style="list-style-type: none"> Qual outro Instrumento foi utilizado que é diferente deste listado?
<ul style="list-style-type: none"> Quais são as sugestões de mudança?
CLAREZA EM RELAÇÃO À PROPOSTA
<ul style="list-style-type: none"> Os estudantes tiveram dúvida em relação à proposta de alguma atividade da intervenção? Sim () Não (X)
<ul style="list-style-type: none"> Quais dúvidas apresentaram?
<ul style="list-style-type: none"> Como foram resolvidas?
<ul style="list-style-type: none"> Quais são as sugestões de mudança?
CLAREZA EM RELAÇÃO AOS INSTRUMENTOS
<ul style="list-style-type: none"> Os estudantes tiveram dúvida em relação ao uso do instrumento utilizado na intervenção? Sim (X) Não ()
<ul style="list-style-type: none"> Quais dúvidas apresentaram? Local de Assinaturas do TALE e TCLE.
<ul style="list-style-type: none"> Como foram resolvidas? Explicando cada um deles, indicando os locais de assinaturas dos pais e quem era o pesquisador.
<ul style="list-style-type: none"> Quais são as sugestões de mudança? Entrega do TCLE para assinatura e devolução na aula seguinte.
OBSERVAÇÕES OU INCIDENTES
<ul style="list-style-type: none"> Ocorreu algum fenômeno diferenciado durante a execução da intervenção que foge do escopo da pesquisa? Sim () Não (X)
<ul style="list-style-type: none"> Ocorreu algum incidente durante a execução da intervenção? Sim (X) Não ()

<ul style="list-style-type: none"> • O que ocorreu? O projetor deixou de funcionar e utilizamos os chromebook
<ul style="list-style-type: none"> • De que forma impacta no redesenho da SD? Nenhum impacto

APENAS NA ÚLTIMA INTERVENÇÃO DA SD

OBJETIVO GERAL
<ul style="list-style-type: none"> • Apenas ao final da aplicação da SD • Objetivo Geral
<ul style="list-style-type: none"> • O Objetivo Geral foi alcançado? Sim () Não ()
<ul style="list-style-type: none"> • Por qual motivo o Objetivo Geral não foi alcançado?
<ul style="list-style-type: none"> • Quais são as sugestões de mudança?
NÚMERO DE INTERVENÇÕES PREVISTAS
<ul style="list-style-type: none"> • Apenas ao final da aplicação da SD • Número de intervenções previstas
<ul style="list-style-type: none"> • O número de intervenções previstas foi alcançado? Sim () Não ()
<ul style="list-style-type: none"> • Se não foi, houve um aumento ou uma diminuição de intervenções?
<ul style="list-style-type: none"> • Por qual motivo houve necessidade de mudança?
<ul style="list-style-type: none"> • Quais são as sugestões de mudança?

APÊNDICE D - QUESTIONÁRIO FINAL



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA
(ENCIMA)

QUESTIONÁRIO FINAL

Título da Pesquisa: AVALIAÇÃO DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE FRAÇÃO A PARTIR DO DESENVOLVIMENTO DE MATERIAIS AUTORAIS DIGITAIS EDUCACIONAIS

Pesquisador: Denilson Rivelino de Andrade

Orientadora: **Luciana de Lima**

Data de aplicação do questionário: 28/10/2024

Texto

Para responder as perguntas do questionário é importante que você pense livremente, sem consulta. O que você tem dentro de sua mente é muito precioso, então seja honesto(a) com você mesmo(a).

É necessário responder todas as perguntas. Caso você não conheça a resposta, basta escrever que não sabe. Mas, é muito importante que você se esforce ao máximo para responder.

Nome Completo _____

Parte 1 - PERGUNTAS CONCEITUAIS

1. O que é Fração? _____
2. Qual das expressões abaixo representa uma fração? Só tem três opções corretas, então escolha apenas as três que considerar corretas.

a) $3/4$

b) 

c) $15/4,5$

d) $5/5$

e) 

3. O que é Numerador de uma Fração? _____
4. Das frações abaixo, marque aquela que representa seu numerador. Só tem uma opção correta.
- a) Fração = $\frac{3}{4}$ -> numerador = 3
 - b) Fração = $\frac{5}{6}$ -> numerador = 6
 - c) Fração = $\frac{18}{5}$ -> numerador = 13
 - d) Fração = $\frac{1}{2}$ -> numerador = 3
5. O que é Denominador de uma Fração? _____
6. Das frações abaixo, marque aquela que representa seu denominador. Só tem uma opção correta.
- a) Fração = $\frac{3}{4}$ -> denominador = 3
 - b) Fração = $\frac{5}{6}$ -> denominador = 6
 - c) Fração = $\frac{18}{5}$ -> denominador = 18
 - d) Fração = $\frac{1}{2}$ -> denominador = 3
7. O que são Frações Equivalentes? _____
8. Quais das Frações abaixo podem ser consideradas equivalentes? Você pode escolher mais de uma opção.
- a) $\frac{3}{4}$ e $\frac{6}{8}$
 - b) $\frac{2}{3}$ e $\frac{6}{10}$
 - c) $\frac{1}{5}$ e $\frac{3}{10}$
 - d) $\frac{1}{2}$ e $\frac{6}{12}$

Parte 2 - PERGUNTAS PROCEDIMENTAIS

1. Calcule $\frac{6}{8} + \frac{2}{8} - \frac{3}{8}$. _____
2. Calcule $\frac{1}{3} + \frac{2}{4} - \frac{4}{12}$. _____
3. Para fazer um trabalho escolar, Carlos utilizou $\frac{1}{5}$ de uma folha de cartolina e Joana utilizou $\frac{2}{5}$ da mesma folha. Que fração dessa folha, Carlos e Joana utilizaram juntos?

4. Maria gasta $\frac{1}{4}$ da sua mesada com maquiagem e $\frac{2}{3}$ da sua mesada com alimentação. Que fração da sua mesada Maria gasta com maquiagem e alimentação juntas?
5. Um chocolate foi dividido em 10 partes iguais. Mário comeu $\frac{2}{10}$ do chocolate, enquanto Ivo comeu $\frac{4}{10}$ do mesmo chocolate. Que fração do chocolate representa o quanto Ivo comeu a mais do que Mário?
6. Ana e Marcos recebem muitas mensagens no WhatsApp todos os dias. Das mensagens de Ana, $\frac{4}{5}$ são propagandas; das mensagens de Marcos, $\frac{1}{3}$ são propagandas. Que fração das mensagens de propaganda representa o quanto Marcos recebe a mais do que Ana?

APÊNDICE E - ROTEIRO DO MADE**MADE - Material Autoral Digital Educacional
Roteiro****PARTE 1 – CONCEPÇÃO**

Data	02/09/2024
Grupo	Grupo 1
Integrantes	Nomes completos dos integrantes do grupo
Áreas	Matemática
Conteúdo	Fração
Tipo de MADE	Jogo
Plataforma Tecnológica	Wordwall https://wordwall.net/pt/
Modelo do Jogo	Questionário, Game Show de TV ou Perseguição em Labirinto
Pesquisa sobre os conceitos	Escrever aqui quais são os conceitos relacionados ao conteúdo e quais são as definições desses conceitos
Pesquisa sobre os procedimentos	Escrever aqui quais são os procedimentos relacionados ao conteúdo e quais são as técnicas utilizadas nesses procedimentos

PARTE 2 – DESENVOLVIMENTO

Data	09/09/2024
Título do MADE	Inserir um título para o MADE
Problema 1	Pergunta do Problema Respostas do Problema – inserir a resposta correta e as respostas incorretas tomando o cuidado de pensar em como as pessoas que respondem à perguntam podem errar
Problema 2	Pergunta do Problema Respostas do Problema – inserir a resposta correta e as respostas incorretas tomando o cuidado de pensar em como as pessoas que respondem à perguntam podem errar
Problema 3	Pergunta do Problema Respostas do Problema – inserir a resposta correta e as respostas incorretas tomando o cuidado de pensar em como as pessoas que respondem à perguntam podem errar
Problema 4	Pergunta do Problema Respostas do Problema – inserir a resposta correta e as respostas incorretas tomando o cuidado de pensar em como as pessoas que respondem à perguntam podem errar
Problema 5	Pergunta do Problema Respostas do Problema – inserir a resposta correta e as respostas incorretas tomando o cuidado de pensar em como as pessoas que respondem à perguntam podem errar

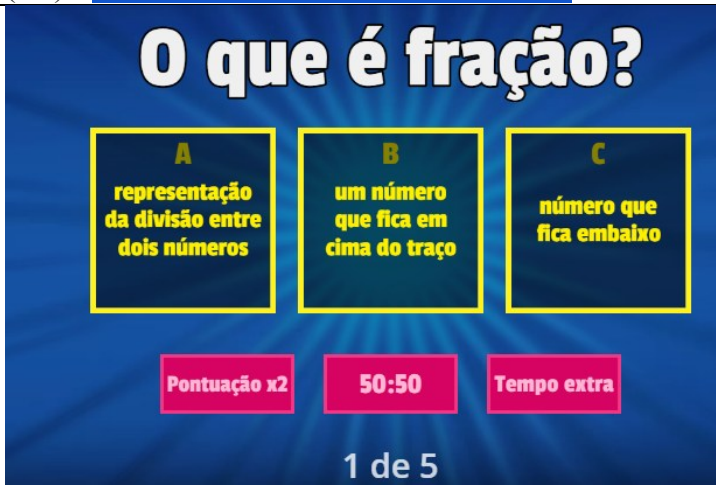
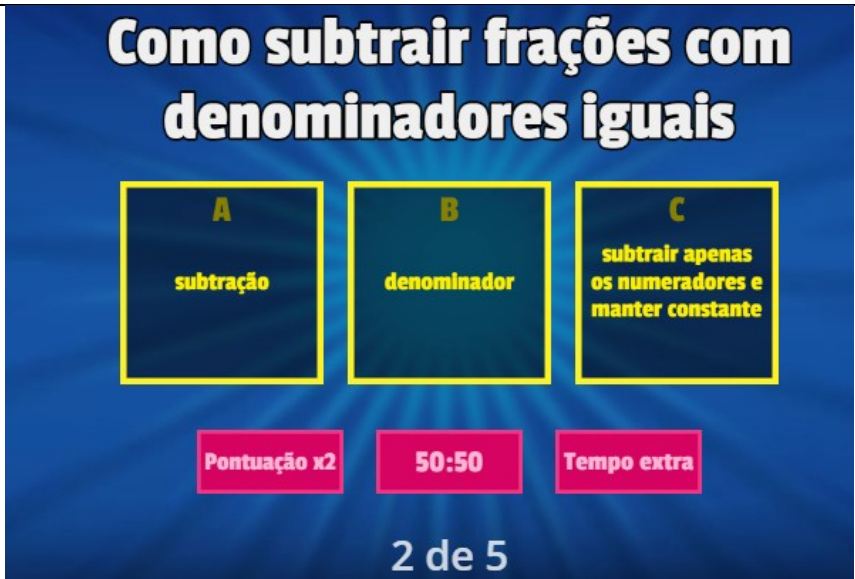
PARTE 3 – CARACTERÍSTICAS DO JOGO

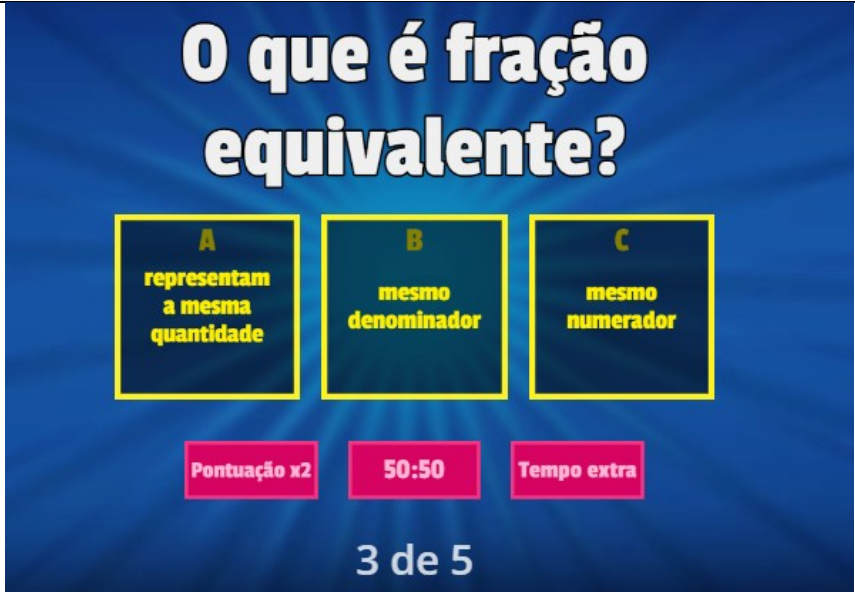
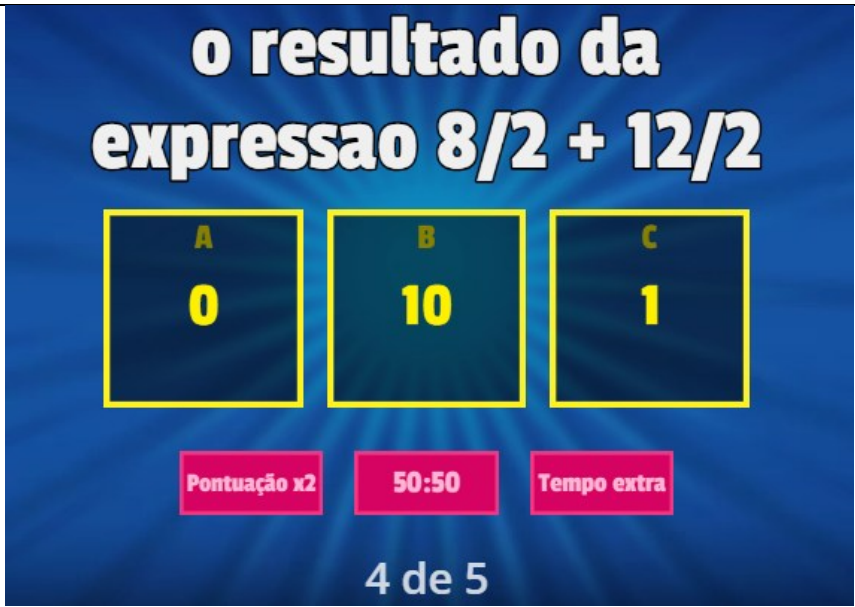
OBSERVAÇÃO: Se no jogo escolhido não houver uma das opções abaixo, escreva ao lado dela a seguinte frase: “não tem essa opção”

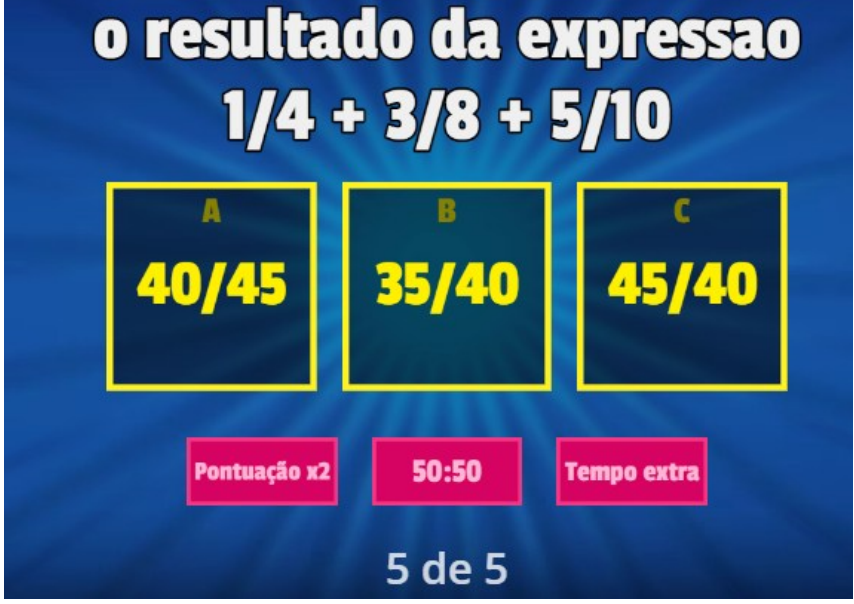
Cronômetro	
Vidas	
Dificuldade	
Aleatório	
Fim do jogo	
Perguntas antes de uma rodada bônus	
Ajudas	
Corrigir	
Letras nas respostas	

APÊNDICE F - RELATÓRIO DOS MADES

Relatório dos MADEs Materiais Autorais Digitais Educacionais Jogo no *Wordwall*

Data	23/09/2024
Grupo	1
Título do MADE	JOGO DA MATEMÁTICA
Link do MADE	(G1) - wordwall.net/pt/resource/78064625
Print da Tela 1	
Opção Correta	A
Print da Tela 2	
Opção Correta	C

Print da Tela 3	 <p>O que é fração equivalente?</p> <p>A representam a mesma quantidade</p> <p>B mesmo denominador</p> <p>C mesmo numerador</p> <p>Pontuação x2 50:50 Tempo extra</p> <p>3 de 5</p>
Opção Correta	A
Print da Tela 4	 <p>o resultado da expressao $8/2 + 12/2$</p> <p>A 0</p> <p>B 10</p> <p>C 1</p> <p>Pontuação x2 50:50 Tempo extra</p> <p>4 de 5</p>
Opção Correta	B

<p>Print da Tela 5</p>	 <p>The screenshot shows a quiz interface with a blue background. At the top, it asks for the result of the expression $\frac{1}{4} + \frac{3}{8} + \frac{5}{10}$. Below the question are three options in yellow boxes: A (40/45), B (35/40), and C (45/40). At the bottom, there are three pink buttons: 'Pontuação x2', '50:50', and 'Tempo extra'. The text '5 de 5' is displayed at the very bottom.</p>
<p>Opção Correta</p>	<p>C</p>

APÊNDICE G - RELATÓRIO DE TESTAGEM PRELIMINAR DO MADE

MADE - Material Autoral Digital Educacional PARTE 1 – TESTAGEM PRELIMINAR – CONCEPÇÃO

Data	27/04/2023
Grupo	Grupo 1
Integrantes	Nomes completos dos integrantes do grupo
Áreas	Matemática
Conteúdo	Fração
Tipo de MADE	Jogo
Plataforma Tecnológica	Wordwall https://wordwall.net/pt/
Modelo do Jogo	Questionário, Game Show de TV ou Perseguição em Labirinto
Pesquisa sobre os conceitos	Escrever aqui quais são os conceitos relacionados ao conteúdo e quais são as definições desses conceitos
Pesquisa sobre os procedimentos	Escrever aqui quais são os procedimentos relacionados ao conteúdo e quais são as técnicas utilizadas nesses procedimentos

PARTE 2 – TESTAGEM PRELIMINAR – CONTEÚDO

Data	Qual é a data de hoje?
Título do MADE	Inserir um título para o MADE
Mudança no Título	Houve mudança no título do MADE? () Sim () Não Se houve, qual é o novo título?
Problema 1	Pergunta do Problema Respostas do Problema – inserir a resposta correta e as respostas incorretas tomando o cuidado de pensar em como as pessoas que respondem à perguntam podem errar
Mudança Problema 1	Houve mudança no Problema 1? () Sim () Não A mudança foi na Pergunta? () Sim () Não Qual é a nova pergunta? A mudança foi nas Respostas? () Sim () Não Quais são as novas respostas? Qual delas é a correta agora?
Problema 2	Pergunta do Problema Respostas do Problema – inserir a resposta correta e as respostas incorretas tomando o cuidado de pensar em como as pessoas que respondem à perguntam podem errar
Mudança Problema 2	Houve mudança no Problema 2? () Sim () Não A mudança foi na Pergunta? () Sim () Não Qual é a nova pergunta? A mudança foi nas Respostas? () Sim () Não Quais são as novas respostas? Qual delas é a correta agora?
Problema 3	Pergunta do Problema

	Respostas do Problema – inserir a resposta correta e as respostas incorretas tomando o cuidado de pensar em como as pessoas que respondem à pergunta podem errar
Mudança Problema 3	Houve mudança no Problema 3? () Sim () Não A mudança foi na Pergunta? () Sim () Não Qual é a nova pergunta? A mudança foi nas Respostas? () Sim () Não Quais são as novas respostas? Qual delas é a correta agora?
Problema 4	Pergunta do Problema Respostas do Problema – inserir a resposta correta e as respostas incorretas tomando o cuidado de pensar em como as pessoas que respondem à pergunta podem errar
Mudança Problema 4	Houve mudança no Problema 4? () Sim () Não A mudança foi na Pergunta? () Sim () Não Qual é a nova pergunta? A mudança foi nas Respostas? () Sim () Não Quais são as novas respostas? Qual delas é a correta agora?
Problema 5	Pergunta do Problema Respostas do Problema – inserir a resposta correta e as respostas incorretas tomando o cuidado de pensar em como as pessoas que respondem à pergunta podem errar
Mudança Problema 5	Houve mudança no Problema 5? () Sim () Não A mudança foi na Pergunta? () Sim () Não Qual é a nova pergunta? A mudança foi nas Respostas? () Sim () Não Quais são as novas respostas? Qual delas é a correta agora?

APÊNDICE H - RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO DO MADE**RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO DO MADE – JOGO**

Nomes dos Estudantes: _____

Data: ____/____/____

Título do jogo utilizado: _____

Cuidados para preenchimento do material:

1. Trata-se de **material de pesquisa**, portanto **não amasse** ou **rasure** qualquer parte deste documento;
2. Responda somente o necessário;
3. Você deve apenas anotar as opções escolhidas durante o jogo;
4. Qualquer dúvida, dirija-se ao pesquisador.

Pergunta 1

Cálculos

Resposta: _____

Essa resposta está indicada pelo jogo como: () correta; () errada

Se for uma resposta errada, qual é a resposta correta? _____

Pergunta 2

Cálculos

Resposta: _____

Essa resposta está indicada pelo jogo como: () correta; () errada

Se for uma resposta errada, qual é a resposta correta? _____

Pergunta 3

Cálculos

Resposta: _____

Essa resposta está indicada pelo jogo como: () correta; () errada

Se for uma resposta errada, qual é a resposta correta? _____

Pergunta 4

Cálculos

Resposta: _____

Se for uma resposta errada, qual é a resposta correta? _____

a resposta está indicada pelo jogo como: () correta; () errada

Pergunta 5

Cálculos

Resposta: _____

Essa resposta está indicada pelo jogo como: () correta; () errada

Se for uma resposta errada, qual é a resposta correta? _____

IMPORTANTE

Quais modificações você poderia sugerir no jogo proposto por este grupo?

Sugestão 1

Sugestão 2

APÊNDICE I - QUESTIONÁRIO DE AUTOAVALIAÇÃO

QUESTIONÁRIO DE AUTOAVALIAÇÃO

Data: ____/____/____

Nome: _____

1 – Ao criar seu próprio jogo quanto você acha que aprendeu sobre Matemática? Marque com um X a carinha que mais se aproxima do que você pensa sobre a pergunta.



(Nada)

(Muito)

2 – O que você acha que aprendeu sobre Matemática?

3 – Ao criar seu próprio jogo quanto você acha que aprendeu sobre jogo? Marque com um X a carinha que mais se aproxima do que você pensa sobre a pergunta.



(Nada)

(Muito)

4 – O que você acha que aprendeu sobre jogo?

5 – Ao criar seu próprio jogo quanto você acha que aprendeu sobre o *Wordwall*? Marque com um X a carinha que mais se aproxima do que você pensa sobre a pergunta.



(Nada)

(Muito)

6 – O que você acha que aprendeu sobre *Wordwall*?

7 – Ao criar seu próprio jogo qual carinha corresponde às dificuldades de Matemática que você teve? Marque com um X a carinha que mais se aproxima do que você pensa sobre a pergunta.




(Muita dificuldade)

(Nenhuma dificuldade)

8 – Quais dificuldades você teve em relação ao conteúdo de Matemática?

9 – Ao criar seu próprio jogo qual carinha corresponde às dificuldades que você teve em relação à compreensão de jogo? Marque com um X a carinha que mais se aproxima do que você pensa sobre a pergunta.




(Muita dificuldade)  (Nenhuma dificuldade)

10 – Quais dificuldades você teve em relação à compreensão do jogo?

11 – Ao criar seu próprio jogo qual carinha corresponde às dificuldades que você teve em relação ao uso do *Wordwall*? Marque com um X a carinha que mais se aproxima do que você pensa sobre a pergunta.



(Muita dificuldade)  (Nenhuma dificuldade)

12 – Quais dificuldades você teve em relação ao uso do *Wordwall*?

13 – Qual dessas carinhas diz o quanto você superou as dificuldades sobre os conteúdos de Matemática fazendo o jogo ou livro-jogo com o uso do *Wordwall*? Marque com um X a carinha que mais se aproxima do que você pensa sobre a pergunta.



(Não superei nada)  (Superei tudo)

14 – Por que você acha que conseguiu superar essas dificuldades de Matemática?

15 – Qual dessas carinhas diz o quanto você acha que se dedicou à proposta da criação do jogo ou livro-jogo de Matemática? Marque com um X a carinha que mais se aproxima do que você pensa sobre a pergunta.



(Não me dediquei nada)  (Me dediquei muito)

16 – Por que você acha que se dedicou (ou não se dedicou) à proposta da criação do jogo de Matemática?

17 – Qual dessas carinhas diz o quanto você gostou da proposta de aprender Matemática criando seu próprio jogo no *Wordwall*? Marque com um X a carinha que mais se aproxima do que você pensa sobre a pergunta.



(Detestei)

(Gostei muito)

18 – Do que você mais gostou dessa experiência?

19 – Do que você menos gostou dessa experiência?

20 – Quais sugestões você poderia dar para melhorar a proposta de estudar Matemática criando seu próprio jogo ou livro-jogo no *Wordwall*?

21 – Que representa para você o uso de tecnologia no ensino de matemática?

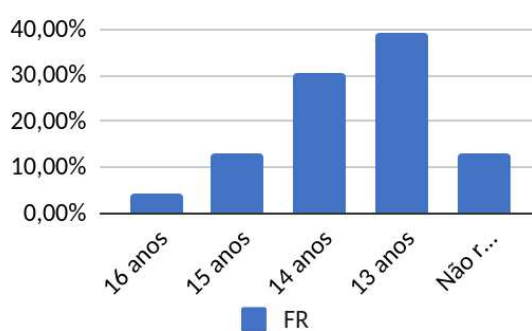
22 – Qual etapa/momento da atividade você considera que mais contribuiu para a sua aprendizagem? Por quê?

APÊNDICE J - TABELA DE INDICADORES DE QUALIDADE DA SEQUÊNCIA

Aplicabilidade	I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	I10	%Sim	
Data prevista	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	80	
Número de participantes	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	70	
Grupos previstos	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	90	
Tempo previsto	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	100	
Recursos utilizados	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	100	
Instrumentos utilizados	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	100	
Quantidade de Intervenções previstas	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	100	
%Sim	100	86	100	86	100	100	100	100	71	71	91,4	
Qualidade	I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	I10	%Sim	Qualidade
Aplicabilidade	100	86	100	86	100	100	100	100	71	71	91	Ótima
Fidelidade	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	Ótima
Clareza	100	100	100	100	100	100	100	50	100	50	90	Ótima
										Média Final	93,8	Ótima

APÊNDICE K - RELATÓRIO DO PERSONOGRÁFICO

Idade	FA	FR
16 anos	1	4,35%
15 anos	3	13,04%
14 anos	7	30,43%
13 anos	9	39,13%
Não revelou	3	13,04%
Total	23	99,99%



APÊNDICE L - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Seu(sua) filho(a) está sendo convidado(a) pela **Professor Denilson Rivelino de Andrade** para participar da pesquisa intitulada “**AVALIAÇÃO DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE FRAÇÃO A PARTIR DO DESENVOLVIMENTO DE MATERIAIS AUTORAIS DIGITAIS EDUCACIONAIS**”. Você não deve permitir que seu(sua) filho(a) participe contra a sua vontade. Leia atentamente as informações abaixo e faça qualquer pergunta que desejar, para que todos os procedimentos desta pesquisa sejam esclarecidos.

A pesquisa será realizada entre os meses agosto e novembro de 2024 na disciplina de matemática ofertada na escola. Durante o período da pesquisa serão realizadas coletas de dados em 10 intervenções:

- Perguntas sociográficas, conceituais e procedimentais por meio da aplicação de questionário inicial com 34 questões na segunda intervenção;
- Observação do desenvolvimento de Materiais Autorais Digitais Educacionais nos grupos com preenchimento escrito de Roteiro e Relatórios da segunda à oitava intervenção;
- Perguntas pessoais sobre o processo de aprendizagem por meio da aplicação de questionário de autoavaliação com 20 questões na nona intervenção;
- Perguntas conceituais e procedimentais por meio da aplicação de questionário final com 15 questões na décima intervenção.

A análise de dados é realizada mediante a comparação dos resultados obtidos, observando-se o que foi estritamente escrito e/ou falado pelo seu(sua) filho(a). Com o objetivo de aprimorar os estudos sobre aprendizagem na Educação Básica mediante o uso das tecnologias digitais, um dos benefícios que a pesquisa pode trazer para seu (sua) filho(a) vincula-se ao desenvolvimento de reflexões sobre processos diferenciados de aprendizagem, com trabalhos em grupo e desenvolvidos a partir do protagonismo dos(as) estudantes que constroem materiais autorais digitais educacionais vinculados a jogos digitais sobre Matemática ao mesmo tempo que constroem conhecimentos. Outro benefício está relacionado diretamente ao processo de desenvolvimento acadêmico estudantes da Educação Básica, por meio da vivência em pesquisa com utilização de instrumentos e métodos de coleta de dados.

Os riscos de participação em pesquisa desse gênero vinculam-se à escrita e à fala dos participantes. Podem ficar expostos em relação a suas ideias, pensamentos e ações. No entanto, como os dados coletados serão escritos e não no formato de imagens, nenhum participante será exposto publicamente por meio de fotos e filmagens. Além disso, nenhum nome de estudante será revelado, uma vez que serão utilizados pseudônimos para o processo de análise de dados. A divulgação das informações será realizada entre os profissionais estudiosos do assunto. Os resultados obtidos serão utilizados somente para esta pesquisa e não haverá pagamento por participação na investigação acadêmica. Seu (Sua) filho(a) participa de forma voluntária.

A qualquer momento seu(sua) filho(a) poderá recusar a continuar participando da pesquisa, podendo retirar o seu consentimento como responsável, sem que isso lhe traga qualquer prejuízo.

Endereço d(os, as) responsável(is) pela pesquisa:

Nome: DENILSON RIVELINO DE ANDRADE
Instituição: Universidade Federal do Ceará
Endereço: Av. Humberto Monte, s/n – Campus do Pici
Telefones para contato: 85 - 996150209

ATENÇÃO: Se você tiver alguma consideração ou dúvida, sobre a sua participação na pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da UFC/PROPESQ – Rua Coronel Nunes de Melo, 1000 - Rodolfo Teófilo, fone: 3366-8344/46. (Horário: 08:00-12:00 horas de segunda a sexta-feira).

O CEP/UFC/PROPESQ é a instância da Universidade Federal do Ceará responsável pela avaliação e acompanhamento dos aspectos éticos de todas as pesquisas envolvendo seres humanos.

O abaixo assinado _____, ____ anos, RG: _____, declara que é de livre e espontânea vontade que permite que seu(sua) filho(a) participe da pesquisa. Eu declaro que li cuidadosamente este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e que, após sua leitura, tive a oportunidade de fazer perguntas sobre o seu conteúdo, como também sobre a pesquisa, e recebi explicações que responderam por completo minhas dúvidas. E declaro, ainda, estar recebendo uma via assinada deste termo.

Fortaleza, ____ / ____ / ____

 Nome do responsável pelo(a) menor
 participante da pesquisa
 menor

 Assinatura do responsável pelo(a)
 participante da pesquisa

Nome do responsável pelo(a) menor participante da pesquisa

Data

Assinatura

Nome do pesquisador

Data

Assinatura

Nome do profissional
 que aplicou o TCLE

Data

Assinatura

APÊNDICE M - TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (no caso do menor)

Você está sendo convidado(a) pela **Professor Denilson Rivelino de Andrade** como participante da pesquisa intitulada “**AVALIAÇÃO DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE FRAÇÃO A PARTIR DO DESENVOLVIMENTO DE MATERIAIS AUTORAIS DIGITAIS EDUCACIONAIS**”. Nesse estudo pretendemos avaliar como a implementação de uma Sequência Didática pautada nos pressupostos teóricos do Construcionismo e da Tecnodocência pode auxiliar na aprendizagem de conceitos e procedimentos do conteúdo científico escolhido.

O motivo que nos leva a estudar esse assunto é compreender como ocorre a aprendizagem dos estudantes da Educação Básica quando constroem seus próprios materiais digitais.

Para este estudo adotaremos o(s) seguinte(s) procedimento(s):

- Perguntas sociográficas, conceituais e procedimentais por meio da aplicação de questionário inicial com 34 questões na segunda intervenção;
- Observação do desenvolvimento de Materiais Autorais Digitais Educacionais nos grupos com preenchimento escrito de Roteiro e Relatórios da segunda à oitava intervenção;
- Perguntas pessoais sobre o processo de aprendizagem por meio da aplicação de questionário de autoavaliação com 20 questões na nona intervenção;
- Perguntas conceituais, conceituais e procedimentais por meio da aplicação de questionário final com 15 questões na décima intervenção.

Para participar deste estudo, o responsável por você deverá autorizar e assinar um termo de consentimento. Você não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Você será esclarecido(a) em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se. O responsável por você poderá retirar o consentimento ou interromper a sua participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido(a) pelo(a) pesquisador(a) que irá tratar a sua identidade com padrões profissionais de sigilo. Você não será identificado(a) em nenhuma publicação. Este estudo apresenta risco mínimo relacionados à sua escrita e à sua fala. Você pode ficar exposto em relação a suas ideias, pensamentos e ações. No entanto, como os dados coletados serão escritos e não no formato de imagens, você não será exposto publicamente por meio de fotos e filmagens. Além disso, seu nome de

estudante não será revelado, uma vez que serão utilizados pseudônimos para o processo de análise de dados. A divulgação das informações será realizada entre os profissionais estudiosos do assunto. Apesar disso, você tem assegurado o direito a ressarcimento ou indenização no caso de quaisquer danos eventualmente produzidos pela pesquisa.

Os resultados estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a permissão do(a) responsável por você. Os dados e os instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o(a) pesquisador(a) responsável por um período de 5 anos e, após esse tempo, serão destruídos. Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma via será arquivada pelo(a) pesquisador(a) responsável, e a outra será fornecida a você.

Eu, _____, portador(a) do documento de Identidade _____ (se já tiver documento), fui informado(a) dos objetivos do presente estudo de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações, e o meu responsável poderá modificar a decisão de participar, se assim o desejar. Tendo o consentimento do meu responsável já assinado, declaro que concordo em participar desse estudo. Recebi uma via deste Termo de Assentimento e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Fortaleza, ____ de _____ de ____.

Assinatura do(a) menor

Assinatura do(a) pesquisador(a)

Endereço d(os, as) responsável (is) pela pesquisa:

Nome: DENILSON RIVELINO DE ANDRADE

Instituição: Universidade Federal do Ceará

Endereço: Av. Humberto Monte, s/n – Campus do Pici

Telefones para contato: 85 - 996150209

ATENÇÃO: Se você tiver alguma consideração ou dúvida, sobre a sua participação na pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da UFC/PROPESQ – Rua Coronel Nunes de Melo, 1000 - Rodolfo Teófilo, fone: 3366-8344/46. (Horário: 08:00-12:00 horas de segunda a sexta-feira).

O CEP/UFC/PROPESQ é a instância da Universidade Federal do Ceará responsável pela avaliação e acompanhamento dos aspectos éticos de todas as pesquisas envolvendo seres humanos.

ANEXO A - PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

UNIVERSIDADE FEDERAL DO
CEARÁ PROPESQ - UFC



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: AVALIAÇÃO DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE FRAÇÃO A PARTIR DO DESENVOLVIMENTO DE MATERIAIS AUTORAIS DIGITAIS EDUCACIONAIS

Pesquisador: DENILSON RIVELINO DE ANDRADE

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 81525224.8.0000.5054

Instituição Proponente: Universidade Federal do Ceará/ PROPESQ

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 7.087.697

Apresentação do Projeto:

As diversas formas de apresentação, bem como o distanciamento escolar em relação ao cotidiano são as maiores dificuldades relacionadas ao ensino-aprendizagem do conteúdo de Fração e suas operações de adição e subtração com denominadores iguais, especialmente ao tratar com denominadores diferentes. Vivendo em um mundo tecnológico do qual a geração dos estudantes pertence à cibercultura, tem-se uma justificativa plausível para a pesquisa na qual se buscam ferramentas tecnológicas digitais para o desenvolvimento de ações docentes inovadoras. A pesquisa tem como objetivo avaliar de que forma a aplicação de uma proposta de Sequência Didática pautada nos pressupostos teóricos do Construcionismo e da tecnodocência para o desenvolvimento de Materiais Autorais Digitais Educacionais (MADEs) fazendo uso do software Wordwall para o desenvolvimento de jogos. Será realizada uma pesquisa qualitativa, exploratória e de intervenção.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

-Avaliar de que forma a aplicação de uma proposta de Sequência Didática pautada nos pressupostos teóricos do Construcionismo e da Tecnodocência para o desenvolvimento de Materiais Autorais Digitais Educacionais (MADEs) fazendo uso do software Wordwall para o desenvolvimento de jogos por estudantes de 8o ano do Ensino Fundamental influencia no processo de aprendizagem de conceitos e procedimentos de Fração.

Endereço: Rua Cel. Nunes de Melo, 1000

Bairro: Rodolfo Teófilo

CEP: 60.430-275

UF: CE

Município: FORTALEZA

Telefone: (85)3366-8344

E-mail: comape@ufc.br

Continuação do Projeto: 7.052.897

Objetivo Secundário:

- Desenhar uma Sequência Didática para o ensino e a aprendizagem do conteúdo de Fração com base nos pressupostos teóricos do Construcionismo e da Tecnodocência, fazendo uso do software Wordwall para o desenvolvimento de Materiais Autorais Digitais Educacionais (MADEs), a partir de suas análises epistemológicas e ontológicas;
- Analisar a qualidade da Sequência Didática comparando-se a proposta inicial aos resultados obtidos após sua aplicação em sala de aula dentro do contexto pessoal e escolar dos estudantes de 8o ano do Ensino Fundamental a partir de seu perfil personográfico;
- Analisar os resultados de aprendizagem dos estudantes do 8o ano do Ensino Fundamental comparando-se os conhecimentos prévios que apresentam sobre os conceitos e os procedimentos do conteúdo de fração àqueles obtidos durante e após o desenvolvimento da Sequência Didática, dentro de seu contexto pessoal e escolar a partir de seu perfil personográfico;
- Sugerir elementos de redesenho da Sequência Didática com base na análise da qualidade da Sequência Didática e dos resultados de aprendizagem dos estudantes.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Os riscos de participação em pesquisa desse gênero vinculam-se à escrita e à fala dos participantes, uma vez que podem ficar expostos em relação a suas ideias, pensamentos e ações. No entanto, como os dados coletados serão escritos e não no formato de imagens, nenhum participante será exposto publicamente por meio de fotos e filmagens. Além disso, nenhum nome de estudante será revelado, uma vez que serão utilizados pseudônimos para o processo de análise de dados. A divulgação das informações será realizada entre os profissionais estudiosos do assunto.

Benefícios:

Um dos benefícios que a pesquisa pode trazer vincula-se ao desenvolvimento de reflexões sobre processos diferenciados de aprendizagem, com trabalhos em grupo e desenvolvidos a partir do protagonismo dos(as) estudantes que constroem materiais autorais digitais educacionais vinculados a jogos digitais sobre Fração Matemática ao mesmo tempo que constroem conhecimentos. Outro benefício está relacionado diretamente ao processo de desenvolvimento acadêmico dos estudantes da Educação Básica, por meio da vivência em pesquisa com utilização de instrumentos e métodos de coleta de dados.

Endereço: Rua Cel. Nunes de Melo, 1600
Bairro: Rodolfo Teófilo
UF: CE Município: FORTALEZA
Telefone: (85)3386-9344

CEP: 60.430-275

E-mail: compe@ufc.br

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO
CEARÁ PROPEAQ - UFC**



Continuação do Parecer: 7.087.607

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O projeto em questão está com a escrita razoável. Porém, de boa leitura e entendimento. Está incluído desenho do estudo, introdução, objetivos, metodologia, cronograma de atividades, orçamento e outros. A documentação exigida pela RESOLUÇÃO 466/2012/CNS/MS que regulamenta os estudos aplicados aos seres humanos está incluída.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os termos de apresentação do trabalho estão coerentes com o tema abordado e o rigor da ética em pesquisa.

Recomendações:

O projeto de pesquisa está devidamente instruído para ser iniciado.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Aprovado

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMACOES_BASICAS_DO_PROJETO_2297817.pdf	19/08/2024 11:14:21		Aceito
Cronograma	alt_CRONOGRAMAassinado.pdf	19/08/2024 11:13:06	DENILSON RIVELINO DE ANDRADE	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TALE_ALTERADO.docx	19/08/2024 11:12:50	DENILSON RIVELINO DE ANDRADE	Aceito
Outros	SOLICITACAO__APRECIACAO_COMMIT E_ETICA.pdf	28/06/2024 16:17:52	DENILSON RIVELINO DE ANDRADE	Aceito
Declaração de Pesquisadores	TERMO_COMPROMISSO.pdf	28/06/2024 16:16:00	DENILSON RIVELINO DE ANDRADE	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	AUTORIZACAO_PESQUISA.pdf	28/06/2024 16:14:27	DENILSON RIVELINO DE ANDRADE	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Qualificacao_Rivelino.doc	28/06/2024 09:22:53	DENILSON RIVELINO DE ANDRADE	Aceito

Endereço: Rua Cel. Nunes de Melo, 1000

Bairro: Rodolfo Teófilo

UF: CE

Município: FORTALEZA

CEP: 60.430-275

Telefone: (85)3366-8344

E-mail: comape@ufc.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DO
CEARÁ PROPESQ - UFC



Continuação do Parecer: 7.087.697

Orçamento	DECLARACAO_ORCAMENTO.pdf	28/06/2024 09:17:39	DENILSON RIVELINO DE ANDRADE	Aceito
Declaração de concordância	DECLARACAO_CONCORDANCIA.pdf	28/06/2024 09:16:35	DENILSON RIVELINO DE ANDRADE	Aceito
Folha de Rosto	fl_rosto_rivelinoassinado.pdf	28/06/2024 09:04:56	DENILSON RIVELINO DE ANDRADE	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

FORTALEZA, 19 de Setembro de 2024

Assinado por:
FERNANDO ANTONIO FROTA BEZERRA
(Coordenador(a))