



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS

DEPARTAMENTO DE PSICOLOGIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PSICOLOGIA COGNITIVA

MARIA ANGÉLICA BANDEIRA BRASILEIRO

**E SE EU ERRAR? Um olhar microgenético para o imaginar o errar durante a resolução
de situações-problema de matemática**

Recife

2024

MARIA ANGÉLICA BANDEIRA BRASILEIRO

E SE EU ERRAR? Um olhar microgenético para o imaginar o errar durante a resolução de situações-problema de matemática.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Psicologia Cognitiva da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Psicologia Cognitiva. Linha de pesquisa: Cultura e Cognição.

Orientadora: Prof.^a Dra. Ana Karina Moutinho Lima

Co-orientadora: Prof.^a Dra. Andréa Paula Pantoja Garvey

Recife

2024

Catálogo de Publicação na Fonte. UFPE - Biblioteca Central

Brasileiro, Maria Angélica Bandeira.

E se eu errar? um olhar microgenético para o imaginar o errar durante a resolução de situações-problema de matemática / Maria Angélica Bandeira Brasileiro. - Recife, 2024.

203 f.: il.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Programa de Pós-Graduação em Psicologia Cognitiva, 2024.

Orientação: Ana Karina Moutinho Lima.

Coorientação: Andréa Paula Pantoja Garvey.

Inclui referências e apêndices.

1. Imaginação; 2. Análise microgenética; 3. Psicologia sociocultural; 4. Matemática; 5. Errar. I. Lima, Ana Karina Moutinho. II. Garvey, Andréa Paula Pantoja. III. Título.

UFPE-Biblioteca Central

MARIA ANGÉLICA BANDEIRA BRASILEIRO

E SE EU ERRAR? Um olhar microgenético para o imaginar o errar durante a resolução de situações-problema de matemática.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Psicologia Cognitiva da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Psicologia Cognitiva. Linha de pesquisa: Cultura e Cognição.

Aprovada em: 03/09/2024

BANCA EXAMINADORA

POR VIDEOCONFERÊNCIA

Prof.^a Dr.^a Síntria Labres Lautert (Examinadora Interna)

Universidade Federal de Pernambuco

POR VIDEOCONFERÊNCIA

Luís Felipe Rios do Nascimento (Examinador Interno)

Universidade Federal de Pernambuco

POR VIDEOCONFERÊNCIA

Isabelle Diniz Cerqueira Leite (Examinadora Externa à Instituição)

Faculdade Pernambucana de Saúde

DEDICATÓRIA

À Deus, que me susteve, inspirou e guiou-me ao longo de toda vida. À Wilton (*in memoriam*), meu pai, que me motivou a correr atrás dos meus sonhos, independentemente do quão desafiadores. À Helena, minha companheira constante nos últimos meses. A presença de vocês não é vista, mas é inegável para mim.

AGRADECIMENTOS

“Por mais individual que pareça, toda a criação sempre contém em si um componente social. Nesse sentido, nenhuma invenção é individual na acepção estrita da palavra: em toda a invenção existe sempre uma colaboração anônima.” (Vygotsky, 2014, p. 33). Buscando tornar menos anônima a colaboração e construção deste trabalho, venho aqui agradecer a algumas pessoas que certamente foram essenciais na construção deste trabalho.

À minha família, que não mediu esforços para que eu pudesse ter condições de chegar até aqui. Vocês tornaram do meu sonho, um sonho coletivo e me ajudaram a sonhar ao longo de todo caminho. Vocês são o que tenho de mais precioso.

À Karina Moutinho, minha orientadora, e à Andréa Garvey, minha co-orientadora, as quais fizeram da orientação uma tarefa tão pessoal que ultrapassaram os limites da academia. Seus ensinamentos moldaram-me como pesquisadora, mulher e futura mãe. Sou imensamente grata às suas expertises, ética e paixão pelo que fazem.

Às colegas de pesquisa do laboratório de estudos da imaginação Eikasia - Taciana, Alice, Giovana, Elaine, Josene e Gessivânia. Além de mulheres inspiradoras academicamente, fazem a construção de conhecimento ser verdadeiramente colaborativa. Em vocês encontrei mais do que pares intelectuais, mas amigas e parceiras.

Aos professores e professoras da Graduação em Psicologia e do Programa de Pós-graduação em Psicologia Cognitiva da UFPE, que desde 2015 tem contribuído para minha formação e são grande fonte de inspiração para o tipo de profissional que busco ser.

Ao colégio participante da pesquisa, que foi impecável e muito generoso em sua colaboração. Aos participantes da pesquisa e suas famílias, que se prontificaram voluntariamente e fizeram da construção de registros um momento estimulante.

À CAPES por ter financiado com uma bolsa o curso de Mestrado, garantindo condições básicas para que pudessem investir tempo na realização da pesquisa.

A todos os anônimos que estiveram presentes em maior ou menor grau e que foram fonte de inspiração para que o trabalho chegasse até aqui.

RESUMO

Em uma sociedade na qual é valorizado o mérito pelo acerto e o erro é sinônimo de não aprendizagem, o sistema escolar pouco dá espaço para discutir o processo de errar, sendo rotineiramente restrito para momentos de correção de avaliação e atividade. Todavia, entendendo o errar como um saber em construção, a realização de atividades matemáticas pode ser potencializada quando antecipamos possíveis erros, reelaboramos erros passados e reajustamos planos de resolução devido à inadequações metodológicas e conceituais, isto é, quando imaginamos sobre o errar. O presente estudo teve como objetivo investigar microgeneticamente o desenvolvimento do imaginar o errar por um grupo de estudantes do 6º ano do Ensino Fundamental durante a realização de situações-problema de matemática. Esta pesquisa se configura como um estudo de caso, à luz da perspectiva da Psicologia Sociocultural, seguindo uma abordagem idiográfica e qualitativa de pesquisa. O método desenvolvido nesta dissertação envolveu a realização de três Oficinas em grupo, em cada uma delas foi solicitado aos estudantes que resolvessem em conjunto uma situação-problema de matemática. Para isso, foram utilizados papéis em branco A4, canetas e três situações-problema de matemática impressas. Participaram desta pesquisa seis estudantes cursando o 6º ano do Ensino Fundamental em uma instituição de Ensino Básico da Região Metropolitana do Recife. As Oficinas foram realizadas presencialmente, mediadas pela pesquisadora principal e foram áudio e vídeo-gravadas por uma filmadora-assistente. Os registros audiogravados construídos nos três encontros foram analisados a partir do entrecruzamento do Modelo da Espiral Imaginativa desenvolvida por Zittoun e colaboradores e a base teórico-metodológico-analítica da microgênese, em especial pela abordagem da análise microgenética histórico-relacional proposta por Fogel, Garvey, Hsu e West-Stroming. Argumentamos que esta integração permite uma compreensão mais minuciosa e complexa da dinâmica imaginativa no decorrer do tempo, em particular em contextos interacionais. Como resultado, a análise apontou que imaginar o errar é um processo que emerge durante todas as fases da resolução de problemas de matemática, em contraposição a ideia do erro como uma constatação pontual ao final da resolução. Além disso, a análise microgenética permitiu entender o imaginar o errar como um processo co-emergente dos estudantes ao questionar e avaliar os caminhos resolutivos em construção, testar hipóteses e analisar a eficácia e plausibilidade de métodos resolutivos. Sendo assim, imaginar o errar se configura como um recurso simbólico potente no processo educacional do discente em matemática. Adicionalmente, foram descritos detalhadamente padrões de co-emergência do imaginar o errar, o que podem auxiliar docentes e discentes a estimular o processo imaginativo sobre o errar no ensino e aprendizagem de matemática. Sugerimos que pesquisas futuras possam investigar a dinâmica de uma sala de aula, no qual o(a) docente faça uso de técnicas que auxiliem a turma a imaginar o errar. Por fim, recomendamos o estudo do processo sociocultural da imaginação aliado a microgênese, a fim de entender o desenrolar da dinâmica imaginativa, suas condições de ocorrência e elementos de estabilidade e mudança.

Palavras-chave: imaginação; análise microgenética; psicologia sociocultural; matemática; errar.

ABSTRACT

In a society in which merit for getting the right answer is valued and errors are synonymous with failure to learn, the school system gives little space to discuss the process of making mistakes, which is routinely restricted to moments of assessment and activity correction. However, understanding errors as knowledge under construction, the performance of mathematical activities can be enhanced when we anticipate possible mistakes, rework past mistakes and readjust resolution plans due to methodological and conceptual inadequacies, that is, when we imagine the process of erroring. The present study aimed to microgenetically investigate the development of imagining the process of erroring by a group of 6th grade elementary school students during the resolution of mathematical problem-solving situations. This research is configured as a case study, in light of the perspective of Sociocultural Psychology, following an idiographic and qualitative research approach. The method developed in this thesis involved three Group Workshops, in each of which the students were asked to solve a math problem together. For this, blank A4 papers, pens and three printed math problem-solving situations were used. Six students attending the 6th grade of elementary school in a basic education institution in the metropolitan region of Recife participated in this research. The Workshops were held in person, mediated by the main researcher and were audio and video-recorded by an assistant videographer. The audio and video recordings produced during the three Group Workshops were analyzed based on the intersection of the Loop Imagination Model developed by Zittoun and collaborators and the theoretical-methodological-analytical basis of microgenesis, especially through the approach of historical-relational microgenetic analysis proposed by Fogel, Garvey, Hsu and West-Stroming. We argue that this integration allows for a more detailed and complex understanding of the imaginative dynamics over time, particularly in interactive contexts. As a result, the analysis suggested imagining the process of erroring as co-emerging during all phases of problem-solving in mathematics, in contrast to the idea of error as a punctual observation at the end of the resolution. Furthermore, this microgenetic analysis allowed us to capture the co-emergence of students' imagining the process of erroring as they questioned and evaluated the possible resolutions to the problems, tested hypotheses, analyzed the effectiveness and plausibility of resolution methods. Thus, imagining the process of erroring constitutes a powerful symbolic resource in the educational process of students in mathematics. Additionally, patterns of co-emergence of imagining the process of erroring were described in great detail, which can help teachers and students to appreciate the value of imagination as a cognitive process in the teaching and learning of mathematics. We suggest that future research could investigate the dynamics of a classroom, in which the teacher uses techniques that help the class to imagine the process of erroring. Lastly, we recommend studying the sociocultural process of imagination combined with microgenesis, in order to understand the unfolding of the imaginative dynamics, its conditions of occurrence and elements of stability and change.

Keywords: imagination; microgenetic analysis; sociocultural psychology; mathematics; process of erroring.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	A espiral imaginativa	33
Figura 2	Proposição de um problema	56
Figura 3	Zona de Desenvolvimento Proximal em construção	56
Figura 4	Foto durante o caminhar na Zona de Desenvolvimento Proximal	57
Figura 5	Nível de Desenvolvimento Real atualizado	58
Figura 6	Esquema das etapas do procedimento	90
Figura 7	Síntese do processo analítico	107
Figura 8	Disposição da sala de Oficina	110
Figura 9	Fases da resolução de problema da Oficina 1	159
Figura 10	Fases da resolução de problema da Oficina 2	160
Figura 11	Fases da resolução de problema da Oficina 3	160
Figura 12	Imaginar o errar durante a resolução de problema da Oficina 1	163
Figura 13	Imaginar o errar durante a resolução de problema da Oficina 2	164
Figura 14	Imaginar o errar durante a resolução de problema da Oficina 3	167

LISTA DE TABELAS E QUADROS

Tabela 1	Percentual de segundos de cada fase da resolução de problemas por Oficinas	161
Quadro 1	Síntese descritiva dos participantes	86
Quadro 2	Síntese dos registros de pesquisa escolhidos	100
Quadro 3	Recorte 1 de trecho interacional durante Oficina 3	111
Quadro 4	Espiral Imaginativa do Episódio 6 da Oficina 3	116
Quadro 5	Espiral Imaginativa do Episódio 4 da Oficina 2	117
Quadro 6	Espiral Imaginativa do Episódio 4 da Oficina 1	118
Quadro 7	Espiral Imaginativa do Episódio 3 da Oficina 1	119
Quadro 8	Espiral Imaginativa do Episódio 9 da Oficina 3	120
Quadro 9	Distribuição dos padrões de mediação do imaginar o errar por Episódio	121
Quadro 10	Recorte 2 de trecho interacional durante Oficina 1	124
Quadro 11	Recorte 3 de trecho interacional durante Oficina 2	126
Quadro 12	Recorte 4 de trecho interacional durante Oficina 3	129
Quadro 13	Gatilho 1 correspondente à Espiral Imaginativa do Episódio 1 da Oficina 1	132
Quadro 14	Gatilho 2 correspondente à Espiral Imaginativa do Episódio 6 da Oficina 2	132
Quadro 15	Gatilho 3 correspondente à Espiral Imaginativa do Episódio 10 da Oficina 2	133
Quadro 16	Gatilho 4 correspondente à Espiral Imaginativa do Episódio 3 da Oficina 1	133
Quadro 17	Gatilho 5 correspondente à Espiral Imaginativa do Episódio 7 da Oficina 2	134

Quadro 18	Gatilho 6 correspondente à Espiral Imaginativa do Episódio 7 da Oficina 2	134
Quadro 19	Gatilho 7 correspondente à Espiral Imaginativa do Episódio 7 da Oficina 2	135
Quadro 20	Gatilho 8 correspondente à Espiral Imaginativa do Episódio 7 da Oficina 2	135
Quadro 21	Descrição dos Gatilho	136
Quadro 22	Distribuição dos Padrões de Gatilhos nas Oficinas	139
Quadro 23	Recorte 5 de trecho interacional durante Oficina 3	143
Quadro 24	Recorte 6 de trecho interacional durante Oficina 3	145
Quadro 25	Desfecho 1 correspondente à Espiral Imaginativa do Episódio 9 da Oficina 2	146
Quadro 26	Desfecho 2 correspondente à Espiral Imaginativa do Episódio 4 da Oficina 2	146
Quadro 27	Desfecho 3 correspondente à Espiral Imaginativa do Episódio 2 da Oficina 1	147
Quadro 28	Desfecho 4 correspondente à Espiral Imaginativa do Episódio 3 da Oficina 1	147
Quadro 29	Desfecho 5 correspondente à Espiral Imaginativa do Episódio 9 da Oficina 3	148
Quadro 30	Desfecho 6 correspondente à Espiral Imaginativa do Episódio 2 da Oficina 2	148
Quadro 31	Desfecho 7 correspondente à Espiral Imaginativa do Episódio 4 da Oficina 1	148
Quadro 32	Interrupção da Espiral Imaginativa correspondente ao Episódio 5 da Oficina 2	149
Quadro 33	Descrição dos desfechos	149

Quadro 34	Distribuição dos Padrões de Desfecho nas Oficinas	152
Quadro 35	Resposta final dos estudantes à Questão 2 da Oficina 2	157
Quadro 36	Nível de Mudanças dos Episódios referentes à Oficina 1	163
Quadro 37	Nível de Mudanças dos Episódios referentes à Oficina 2	165
Quadro 38	Nível de Mudanças dos Episódios referentes à Oficina 3	167

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO	15
CAPÍTULO 2: FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	23
2.1 IMAGINAÇÃO	23
2.1.1 Considerações histórico-filosóficas	24
2.1.2 Imaginação e a Psicologia	26
2.1.3 Imaginação pela perspectiva da Psicologia Sociocultural	29
2.1.4 O Modelo da Espiral Imaginativa	32
2.2 MICROGÊNESE: FUNDAMENTO TEÓRICO-METODOLÓGICO E ANALÍTICO	41
2.2.1 Considerações históricas e conceituais	41
2.2.2 Análise Microgenética Histórico-Relacional	44
2.3 DO ERRO AO ERRAR: UMA VISÃO DE PROCESSO	49
2.3.1 Considerações conceituais sobre o erro	50
2.3.2 O estudo do erro em matemática: Breve contexto histórico	60
2.3.3 O erro em matemática como uma questão psicológica: um estudo na área da Psicologia da Educação Matemática	66
2.4 RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS DE MATEMÁTICA	69
2.4.1 Considerações teóricas sobre a Resolução de Problemas de Matemática	69
2.4.2 Fases da Resolução de Problemas de Matemática: O modelo de Polya	71
CAPÍTULO 3: O PRESENTE ESTUDO	75
3.1 Objetivo Geral	75

3.2	Objetivos Específicos	76
3.3	Caracterização do estudo	79
3.4	Microcultura Escolar	83
3.5	Participantes	85
3.5.1	Critério de Elegibilidade	87
3.5.2	Equipe Participante	88
3.6	Materiais	90
3.7	Procedimento	91
3.7.1	Considerações éticas	93
3.7.2	Etapa preparatória	93
3.7.3	Construção de registros de pesquisa	93
3.7.3.1	Realização da Oficina 1	94
3.7.3.2	Realização da Oficina 2	95
3.7.3.3	Realização da Oficina 3	97
3.7.4	Caminhos redirecionados: Reconsiderando a proposta metodológica inicial	98
3.8	Procedimento Analítico	101
CAPÍTULO 4: IMAGINAR O ERRO EM RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS DE MATEMÁTICA: UM ESTUDO DE CASO		108
4.1	Considerações preliminares sobre os registros de pesquisa	108
4.2	Imaginar o erro: um recurso simbólico potente para educação matemática	110
4.2.1	Elementos da Espiral Imaginativa do Erro	114

4.2.2 Padrões de Mediação do Imaginar o Errar	124
4.3 Imaginar o errar em resolução de situações-problema de matemática	154
4.3.1 Resolução de situações problemas de matemática	155
4.3.2 A co-emergência do Imaginar o Errar durante a resolução de problemas	162
CAPÍTULO 5: DISCUSSÃO	169
CAPÍTULO 6: À GUIA DE CONCLUSÃO	174
REFERÊNCIAS	180
APÊNDICE A – ROTEIRO DE ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA	190
APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	192
APÊNDICE C - TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	195
APÊNDICE D - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA RESPONSÁVEIS LEGAIS DE MENORES DE 18 ANOS	199
APÊNDICE E - CONVITE PARA COLABORAÇÃO	202

CAPÍTULO 1**INTRODUÇÃO**

Nunca cometo o mesmo erro
duas vezes

Já cometo duas três
quatro cinco seis

Até esse erro aprender
Que só o erro tem vez

(Erra uma vez, Paulo Leminski, *La vie en close*, 1994, p.42)

Habilidoso escritor e crítico, Paulo Leminski utiliza-se do jogo de palavras para nos possibilitar um deslocamento de um cenário hipotético-fantasiado do “Era uma vez” para um âmbito do cotidiano, no qual segue a premissa do “Erra uma vez” e não cometer “o mesmo erro duas vezes”. A provocação feita pela poesia de Leminski nos convoca a romper com uma lógica evitativa em relação ao errar, ao insistir na repetição poética do mesmo erro em seus versos, até tomarmos ciência de sua importância. De igual modo, esta dissertação é um convite para outro rompimento, deixando de lado o erro cometido, para ampliarmos nosso foco ao processo do errar, especialmente em cenário hipotético-imaginativo, e, nesse sentido, refletirmos minuciosamente sobre o desenrolar do imaginar o errar no contexto educacional escolar voltado para a aprendizagem da matemática.

O interesse nessa temática atravessa a vivência da própria pesquisadora como estudante. Desde o ensino fundamental até a pós-graduação, observei tanto em mim como em meus colegas de turma comportamentos evitativos, muitas vezes acompanhados de um grau de ansiedade, em relação à realização de atividades avaliativas, correção destas e recebimento de notas escolares. Igualmente comum foi escutar ou comentar: “cuidado com a pegadinha” ou “caí numa casca de banana”, expressões utilizadas para se referirem a atividades escolares que comumente conduziam a algum erro. Em especial quando se referia à matemática, participei de grupos de amigos discutindo como solucionar uma questão de maneira exitosa, e as precauções para não cometer um erro durante a resolução. Nessas diversas práticas, é possível observar duas pautas importantes: uma referente ao conteúdo a qual elas se referem e outra em relação ao processo inerente a essas práticas. Em relação à primeira, a mensagem que parecia estar

ressoando é que o erro deveria ser esquivado em qualquer oportunidade. Uma das possíveis razões para essa dinâmica estudantil é a valorização social ao mérito pelo acerto (Salsa, 2017; Sibila, 2012), já que nas avaliações o erro não é pontuado, somente a resposta certa. Desta forma, o erro esteve em evidência para mim como estudante.

Quanto à segunda pauta, defendemos que a imaginação é o processo que perpassa as ações estudantis citadas acima (os comportamentos tanto evitativos como de preparação em relação a atividades avaliativas e preocupação em relação ao desempenho). Isso porque a imaginação tem sido identificada como um processo sociocultural que permite projetar fenômenos que não estão disponíveis ao indivíduo no momento imediato do aqui-e-agora e julgar sua plausibilidade (Hilppö; Rajala; Zittoun; Kumpulainen; Lipponen, 2016; Vygotsky, 2014). Em vista disso, a imaginação permite ao indivíduo arquitetar como agir, pensar e sentir a fim de criar e recriar soluções para situações do dia-a-dia, bem como para atividades escolares (Arana, 2015; Chapman, 2008; Hilppö et al., 2016; Paixão, 2020; Vygotsky, 2014; Zittoun; Cerchia, 2013; Zittoun; Gillespie, 2016).

Devido a dinâmica criativa e adaptativa da imaginação, esse processo sociocultural e cognitivo apresenta um grande potencial no processo de ensino e aprendizagem (Vygotsky, 2014). Trabalhos que investigam a imaginação na área da educação tem se interessado, para citar exemplos, pela criação imaginativa de planos de aula e reelaboração do currículo escolar (Batista, 2019; Paixão, 2020); a interação da imaginação com a formação de conceitos escolares (Hilppö et al., 2016; Silva; Lyra; Wagoner, 2020) e a relação entre a imaginação afetiva e a educação das ciências (Fleer, 2013).

Destaca-se, ainda, que a imaginação tem sido considerada essencial para a aprendizagem da matemática, em especial na resolução de problemas matemáticos (Arana, 2015; Brolezzi, 2015; Chapman, 2008; Kotsopoulos; Cordy, 2009; Nurcahyono; Suryadi; Prabawanto, 2019; Saiber; Turner, 2009). Isto ocorre porque o processo de resolução de problemas matemáticos requer um movimento cognitivo constante de considerações de possibilidades: do que é, do que pode ser e do que não pode ser (Saiber; Turner, 2009), ou seja, de imaginar possibilidades (Gfeller; Zittoun, 2021; Zittoun; Cerchia, 2013; Zittoun; Gillespie, 2016; Zittoun; Glaveanu; Hawlina, 2020). Segundo Saiber e Turner, “matemática é, na verdade, sobre múltiplas realidades, verdades relativas, complexidades e ambiguidades. Em essência, o fazer da pura matemática é um exercício de imaginação” (Saiber; Turner, 2009, p. 2, **tradução nossa**). Sob esse ponto de vista, o exercício imaginativo na resolução de problemas matemáticos possibilita propor hipóteses para solução de problemas, considerar alternativas e

argumentos contrafactuais, sendo a chave para a elaboração de novas ideias para resolver problemas (Nurcahyono; Suryadi; Prabawanto, 2019; Saiber; Turner, 2009).

Apesar da relação potente entre a imaginação e a atividade resolutive de problemas matemáticos, Arana (2015), Brolezzi (2015) e Chapman (2008) afirmam que a quantidade de trabalhos que relacionam imaginação e a educação matemática tem sido restrita, concentrando-se principalmente nos estudos envolvendo a resolução de problemas de geometria (Arana, 2015; Chapman, 2008; Kotsopoulos; Cordy, 2008; Kusmaryono; Maharani, 2021) e frações (Nurcahyono *et al.*, 2019), mas também como a imaginação promove a criatividade e empatia na resolução de problemas de matemática (Brolezzi, 2015).

Isto posto a respeito do imaginar como um ato cognitivo, histórico, social e cultural de criação de possibilidades, de antecipação de experiências e de ressignificação do que fora vivido, no presente estudo, propomos investigar o imaginar sobre o processo de errar durante a resolução de problemas matemáticos. Justificamos esta investigação argumentando que esse foco pode contribuir para entendermos como os estudantes constroem e reconstroem caminhos resolutivos frente a limitações e dificuldades para encontrar uma solução. Assim, ao imaginar sobre o processo de errar, o estudante pode (re)considerar os caminhos que está tomando e qual resolução é mais viável. Esse processo de criação e reformulação na resolução de problemas pode ser observado uma vez que Carmo e Crescenti (2023) acreditam que, ao incentivar um contexto escolar no qual o erro é bem-vindo, possibilita desenvolver o espírito investigativo dos estudantes e a experimentação de caminhos diferentes a fim de formular hipóteses, comparar resultados e explorar a adequação ou não de soluções e métodos matemáticos. Nesse sentido, entendemos que considerar o processo de errar por meio da via imaginativa potencializará a resolução dos problemas de matemática pelos estudantes.

A partir dos exemplos citados no início da apresentação deste trabalho, vividos pela pesquisadora principal, exemplificar-se-á abaixo o posicionamento desta pesquisa. Antecipa-se que propomos entender a imaginação como um processo que permite acompanhar o processo do errar em sua movimentação simbólica entre possíveis erros futuros e a reelaboração de erros passados. Argumentamos que isso se dá porque a dinâmica da imaginação torna possível entender o erro não como um acontecimento estático, mas um processo que se desenrola no tempo, o errar. Desta forma, imaginar o errar pode ser um processo que amplia e refina a experiência do estudante no processo de resolução de problemas de matemática no presente. Posto isso, voltemos aos exemplos.

O comportamento evitativo e a ansiedade dos estudantes (eu incluída) em relação à realização de provas, à correção das atividades e ao recebimento da nota pareciam ser avivados pela possibilidade de errar na avaliação e, conseqüentemente, receber uma baixa nota (Curilla; Carmo, 2023). Nota-se que a possibilidade, isto é, a antecipação de uma situação futura mais ou menos provável, foi o que engatilhou esse comportamento e emoção. O deslocamento temporário do pensamento do indivíduo para o futuro, ou para qualquer outra esfera temporal, e a elaboração de possibilidades é uma capacidade própria do processo imaginativo (Vygotsky, 2014; Zittoun; Cerchia, 2013; Zittoun; Gillespie, 2016). Logo, a imaginação é o processo cognitivo que permite antecipar possíveis cenários em que o erro poderá estar presente.

Prosseguindo pelos exemplos citados, ao comentar sobre o cuidado com a “pegadinha”, o indivíduo reconhece a possibilidade de errar caso não preste atenção a algum detalhe da atividade, e por isso assume a necessidade de uma postura cautelosa. Assim, a imaginação viabiliza identificar o cenário alternativo (possibilidade de cair na pegadinha), e voltar-se para a sua situação presente para transformar a ação do indivíduo (assumir postura cautelosa). Por outro lado, quando comentado sobre “caí na casca de banana”, o indivíduo desloca-se para um evento passado com o erro, e durante esse retorno percebe que o erro foi causado por uma desatenção em um detalhe da questão que poderia ser evitado, isto é, reelabora sua experiência anterior. Nesses dois exemplos, reconhecemos que o processo imaginativo tem a capacidade de hipotetizar sobre ações ou caminhos que poderão levar ao erro, assim como retomar experiências passadas para rever atitudes que dificultaram ou facilitaram a ocorrência do erro, e, então, voltar-se para o presente a fim de modificar ações e planos.

Por fim, volta-se para a última situação citada, o grupo de estudos que busca a solução correta, precavendo-se para não cometer erros. Chapman (2008) chama atenção para a habilidade imaginativa de fazer um ensaio cognitivo, na qual estudantes podem antecipar como performar uma certa tarefa ou alcançar um determinado objetivo. Neste caso, o grupo de estudantes utilizam-se da imaginação para pensar quais estratégias são plausíveis para responder ao problema, quais apresentam limitações ou como poderia ajustar seu planejamento para não repetirem o mesmo erro que anteriormente já cometeram. Assim, ao antecipar caminhos resolutivos que levariam ao erro ou reelaborar experiências passadas em que erraram, a imaginação do errar se transforma em um recurso simbólico para transformar ações no presente. Dessa forma, o erro não é visto como um evento estático em um momento da resolução de problemas, mas por meio da imaginação se dá seu deslocamento simbólico no fluxo do pensamento do indivíduo.

Com base nos exemplos discutidos, argumentamos que a imaginação antecipa cenários prováveis de erro; ressignifica e reelabora experiências passadas em que um erro foi cometido; modifica ações presentes a fim de evitar erros previsíveis. Além disso, temos expectativa que esse movimento de vai-e-vem na linha temporal viabilizado pela imaginação permita observar o errar como um importante recurso simbólico que poderá auxiliar estudantes durante a resolução de problemas matemáticos. Nesse sentido, mais do que observar o que precede e sucede a imaginação sobre o errar, torna-se necessário entender como se desenrola o processo de imaginar o errar segundo a segundo, a fim de entender as transformações dessa imaginação (como imaginar sobre errar modifica ações do estudante no presente), bem como de que maneiras os elementos socioculturais em torno da experiência do estudante medeiam o desenvolvimento do processo imaginativo, a fim de entender quais fontes promovem a co-emergência desse processo e quais elementos dão condições para que a imaginação se modifique.

Como acima pontuado, a imaginação está em movimento contínuo e em constante transformação (Zittoun; Cerchia, 2013; Zittoun, 2019). Isto é particularmente intenso durante a interação em grupo, já que cada participante nutre ainda mais o processo imaginativo coletivo, co-construindo-o (Hawlina; Pedersen; Zittoun, 2020). Com a finalidade de compreender o transitar dessa imaginação do errar, é preciso lançar mão de um olhar cuidadoso para investigar o processo do desenrolar da dinâmica imaginativa se desenvolvendo em diferentes fases do processo de aprendizagem, observando também o que desencadeia, o que sustenta e dificulta a imaginação nos ambientes educacionais. Em vista disso, propomos recorrer à abordagem microgenética, uma base teórica, metodológica e analítica que permite entender e acompanhar o processo de co-emergência e transformação de um fenômeno momento-a-momento.

Assim, essa dissertação de mestrado é um mergulho neste enredamento de questões pessoais, sociais e teórico-metodológicas, e tem por objetivo acompanhar microgeneticamente o desenvolvimento do imaginar o errar por grupo de estudantes do 6º ano do Ensino Fundamental durante a resolução de situações-problema de matemática.

Nosso referencial teórico-metodológico-analítico foi construído a partir da compreensão do modelo da *Loop* Imaginativo (p. ex., Zittoun; Cerchia, 2013; Zittoun; Gillespie, 2016, 2018; Zittoun, 2017, 2018, 2020), que nos estudos desenvolvidos no Eikasia - Laboratório de Estudos da Imaginação conceituamos como Espiral Imaginativa (Batista, no prelo; Batista, 2023). Adicionalmente, o fenômeno da imaginação é aqui iluminado pelo olhar da Análise Microgenética Histórico-Cultural (Fogel; Garvey; Hsu; West-Stroming, 2006; Fogel; Garvey, 2007; Garvey, 2014; Góes, 2000; Lavelli; Pantoja; Hsu; Messenger; Fogel,

2005; Silva, 2014). Esses dois modelos se fundamentam no olhar da Psicologia Sociocultural e, enquanto a proposta da Espiral Imaginativa privilegia a descrição do desenrolar da dinâmica imaginativa, o olhar microgenético facilitará observar o desenvolvimento desta imaginação, atentando-se para como ela emerge e seus movimentos transicionais ao longo do tempo.

Mais especificamente, Zittoun, Cerchia, Gillespie e Gfeller vêm explorando a imaginação como um processo cognitivo sociocultural (Gfeller; Zittoun, 2021; Zittoun; Cerchia, 2013; Zittoun; Gillespie, 2016). Esses autores definem a imaginação como um processo que transita momentaneamente do fluxo da consciência do aqui-e-agora para explorar o passado, o futuro e possibilidades alternativas (Gfeller; Zittoun, 2021; Zittoun; Cerchia, 2013; Zittoun; Gillespie, 2016). Esse processo de vai-e-vem entre a situação concreta do aqui-e-agora e as situações imaginadas é descrito como uma espiral. Nesse sentido, a Espiral Imaginativa facilita a consideração de diferentes perspectivas e esferas temporais, a elaboração de planos e soluções, a formulação de hipóteses e a construção de significados (Azevedo, 2017; Zittoun; Glauveanu; Hawlina, 2020).

A fim de analisar como o processo imaginativo se desenrola ao longo do tempo, atentando-se especialmente para a transformação desenvolvimental da espiral imaginativa e seus elementos constitutivos, a análise microgenética vem a somar como ferramenta teórico-metodológico e analítica para descrever detalhadamente as mudanças do processo de imaginação no cenário da resolução de problemas matemáticas por estudantes. Isso porque a análise microgenética se configura como um método que se interessa em acompanhar minuciosamente o fenômeno durante o processo de mudança (Góes, 2000). Em particular, a abordagem histórica-relacional da análise microgenética, proposta por Fogel e colaboradores (2006), compreende o processo de desenvolvimento sob um olhar interacional, co-emergente e histórico, o que facilita a ampliação do entendimento do imaginar sobre o errar como um processo de co-regulação em um grupo de estudantes.

No contexto do processo imaginativo que se desenrola no tempo, o errar - como conteúdo em foco da espiral imaginativa - é visto em movimento dinâmico que interage com o parâmetro escolar estabelecido para a solução do problema, isto é, o acerto. Para isso, buscaremos entender o processo de errar a partir da perspectiva sociocultural, entendendo-o como um saber em construção (Vaz, 2022). Com esse intuito, aproximamo-nos dos conceitos vygotskyanos de Zona de Desenvolvimento Proximal, Nível de Desenvolvimento Real e Nível de Desenvolvimento Potencial (Vygotsky, 1991) para embasar a visão processual do errar no processo de desenvolvimento, como será melhor descrito na fundamentação teórica.

Tendo em vista que nos baseamos na concepção sociocultural da imaginação, na qual o contexto não é somente relevante, mas elemento constitutivo do processo imaginativo, precisamos entender em que situação o processo imaginativo do errar se dá, neste caso, foi escolhido a atividade de resolução de problemas de matemática. A resolução de problemas matemáticos tem sido apontada na literatura como um disparador do processo imaginativo (Brolezzi, 2015; Kotsopoulos; Cordy, 2009). Desse modo, faremos uso também do modelo da Resolução de Problemas de George Polya (Braga, 2020; Polya, 1995; Schoenfeld, 1987) para podermos entender a atividade da qual os estudantes estão imersos e co-constroem a partir do processo imaginativo. Esse modelo descreve um método de quatro fases para a resolução de situações-problema em matemática, essas fases são: a Compreensão do problema, o Estabelecimento de um plano, a Execução do plano e o Retrospecto (Polya, 1995). Para cada uma dessas fases, o autor apresenta orientações sobre como docentes e discentes podem solucionar uma questão matemática.

Dessa forma, tomando como referência teórico-metodológica e analítica a lente microanalítica, o presente estudo visa primordialmente permitir uma compreensão mais detalhada de como o processo imaginativo se desenrola em um grupo de estudantes, descrevendo o desenvolvimento do imaginar a partir de co-regulações relacionais e históricas. À vista disso, o uso da análise microgenética histórico-relacional pode fomentar novas estratégias para o estudo e análise da imaginação sob a perspectiva sociocultural, como veremos mais adiante.

Outra possível contribuição da lente microanalítica para esta investigação é observar o como a dinâmica imaginativa do errar é um processo que pode enriquecer a resolução de situações-problema de matemática. Isto se dá porque a imaginação pode ser compreendida como o processo de permite a construção e reelaboração do raciocínio dos estudantes sobre a pertinência de dúvidas e impasses da compreensão do problema, sobre a plausibilidade de hipóteses de resolução ou sobre a adequação de respostas à pergunta da situação-problema. Defendemos, então, que a descrição detalhada sobre o imaginar o processo de errar como mediador para construção de caminhos resolutivos poderá apontar possíveis facilitadores e barreiras para o desenvolvimento do raciocínio matemático. Em decorrência, apontamos que a compreensão do papel da imaginação na resolução de problemas em matemática poderá auxiliar professores e estudantes a desenvolver estratégias didáticas para fazer uso dos recursos imaginativos durante resolução de questões. Além disso, esse estudo pode fomentar novas estratégias metodológicas para a área da Psicologia da Educação Matemática.

Sumariamente, a presente obra é composta por seis capítulos. O primeiro destes capítulos, esta introdução, anunciou as motivações para escolha do tema e o principal objetivo da investigação, antecipou as principais bases teórico-metodológicas e elencou brevemente algumas das possíveis contribuições deste estudo para as áreas de pesquisa e prática. Já os capítulos seguintes desta dissertação estão divididos da seguinte forma:

No Capítulo 2 daremos andamento ao texto explicitando as fundamentações teóricas que sustentam os argumentos aqui apresentados. Para isso, este capítulo se subdivide em quatro pilares fundamentais: a explanação sobre processo cognitivo da imaginação, a base teórico-metodológica e analítica da microgênese, a compreensão do processo de errar na área da psicologia da educação matemática e a atividade de resolução de problemas. Em cada um desses subtópicos, apresentaremos considerações históricas e conceituais, a fim de nos situar sobre o surgimento e importância de cada um desses temas, especificando - ao final de cada subtópico - a visão e o modelo adotados para esta pesquisa.

Em sequência, o Capítulo 3 contém a proposta do presente estudo, precisando o objetivo geral e os objetivos específicos; e uma descrição detalhada do delineamento metodológico, o que inclui o local do estudo, os participantes, os materiais e os procedimentos realizados para a construção dos registros de pesquisa.

O Capítulo 4 foi destinado a apresentar os resultados e a análise microgenética co-construídos por meio de três Oficinas, onde interpretamos a imaginação sobre o processo do errar de um grupo de estudantes do 6º ano do Ensino Fundamental durante a resolução de situações-problema de matemática e o processo de mudanças do imaginar ao longo do tempo. Para este fim, serão apresentados de forma minuciosa trechos de interações entre os estudantes e a pesquisadora e esquematizações sobre o desenrolar das fases de cada situação-problema proposta. Para cada um desses registros de pesquisa, serão apresentadas interpretações em conformidade com a visão desenvolvimental da perspectiva histórico-cultural. Posteriormente, o Capítulo 5 tece uma discussão sobre as interpretações realizadas no capítulo anterior, apresentando reflexões sobre o que foi interpretado e descrito.

Por fim, o Capítulo 6 apresentará as considerações finais que abordam as contribuições específicas que este estudo pode possibilitar ao desenvolvimento teórico e empírico na área da psicologia da educação matemática e para o processo imaginativo. Além disso, serão expostos os avanços e limitações metodológicos vivenciados neste estudo e, ainda, apontar-se-á sugestões para estudos futuros.

CAPÍTULO 2

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 IMAGINAÇÃO

A etimologia da palavra imaginação vem do latim *imaginatio*, que está próximo de “formar uma imagem mental de algo” (Oxford English Dictionary, 2023). No dicionário *online* Michaelis (2015), a imaginação é definida de duas maneiras principais: a primeira como a faculdade mental de representar imagens novas ou anteriormente percebidas, e a segunda como a faculdade mental de conceber e criar imagens a partir da combinação de ideias. Embora as descrições citadas tenham elementos similares, as implicações destas não o são, tendo raízes epistemológicas diferentes. Enquanto que a partir da primeira descrição, a imaginação se restringiria a uma função reprodutiva, passiva em sua natureza, sendo vista como um processo inferior ao raciocínio, a imaginação como capacidade de criação, ou seja, de carácter produtivo, aponta para uma natureza ativa e com importância própria para o processo na constituição do pensamento humano (Zittoun; Cerchia, 2013; Zittoun; Gillespie, 2016; Zittoun; Glauveanu; Hawlina, 2020). Alinhamo-nos à segunda concepção da imaginação, entendendo-a como base para toda a atividade criadora (Vygotsky, 2014), com a ressalva de que a imaginação não apenas concebe imagens, mas também novas ideias e planos para demandas cotidianas, soluções para problemas, ferramentas culturais, obras artísticas e invenções científicas (Vygotsky, 2014; Zittoun, Glauveanu; Hawlina, 2020).

Reflexões tanto filosóficas como científicas sobre a imaginação, como a acima discutida, estão presentes desde a Antiguidade (Cornejo, 2017; Massimi, 2011; Zittoun; Cerchia, 2013) e enredam a constituição de teorias e metodologias de pesquisas que estudam esse processo cognitivo. Assim, tendo em vista que a elaboração científica se dá de maneira histórica e processual, exploraremos no próximo subtópico desta seção o contexto histórico e filosófico das teorias sobre a imaginação. Em seguida, debruçaremos-nos sobre algumas vertentes desse tema na área da psicologia do desenvolvimento, descrevendo duas tendências principais nos estudos: a imaginação figurando como um preenchedor de lacunas ou compreendida como um recurso para a expansão da experiência. Em especial, no subtópico seguinte, dedicaremos considerações sobre a imaginação na perspectiva da Psicologia Sociocultural, a fim de entender algumas das suas contribuições para uma compreensão mais integrativa da imaginação. Por fim, exploraremos um dos modelos teórico-descritivos dentro da Psicologia Sociocultural que servirá de lente nesta dissertação sobre o processo imaginativo.

2.1.1 Considerações histórico-filosóficas

Massimi (2011) faz um apanhado histórico das tradições filosóficas em torno da imaginação e da imagem. Neste artigo, ela descreve correntes filosóficas em torno da imaginação desde o Período Clássico na Grécia Antiga até influências medievais. A autora inicia reportando-se às concepções divergentes de Platão e Aristóteles. Enquanto o primeiro compreende a imaginação como uma potência da alma passiva, tendo apenas uma capacidade receptiva aos estímulos externos, a concepção aristotélica defende a natureza ativa e intencional da imaginação (Massini, 2011). Ademais, Massimi (2011) ressalta ainda que, para Aristóteles, o funcionamento da imaginação se dá de maneira integrada a outros processos psíquicos em movimento constante, como a memória e a parte cogitativa; sendo o processo imaginativo um mediador entre a percepção sensível e o pensamento.

Prosseguindo para Idade Média, Massimi (2011) retoma as ideias de Santo Agostinho de Hípona, entre os séculos IV e V, e São Tomás de Aquino sobre imaginação, no século XIII. Santo Agostinho se debruçou sobre o processo de construção do conhecimento humano, assim afirmava que o dinamismo psíquico do homem é baseado na memória, que retém “as imagens das coisas experimentadas pelos sentidos e contempladas no espírito” (Massimi, 2011, p.119). Dessa maneira, a imaginação construiria imagens, na relação com a memória e a vontade, auxiliando ao indivíduo a entender algo que não experimentou diretamente ou reelaborando a experiência passada (Massimi, 2011). Já Tomás de Aquino, na sua formulação de uma teoria do conhecimento, resgata a ideia aristotélica ao postular que a imaginação teria um papel intermediário entre a sensação e a cognição. Isto se daria porque, para Tomás de Aquino, o conhecimento se origina a partir dos sentidos, que são levados a razão. Nesse cenário, a imaginação por meio de imagens, metáforas ou dramatização estimularia a transição de estímulos sensíveis para a cognição. Além disso, a imaginação permitiria apreender os objetos na razão mesmo na ausência desses no meio concreto (Massimi, 2011).

A imaginação prosseguiu sendo um tema central de algumas correntes filosóficas no período iluminista. Pern (2015) comenta que para o filósofo Giambattista Vico, por exemplo, a imaginação é uma noção central para descrever a mente humana e organizar a experiência do homem no mundo, sendo uma capacidade específica e independente. A visão de Vico, pela análise de Cornejo (2017), retrata a fantasia – terminologia utilizada na teoria de Vico – como o esforço criativo feito pelos cientistas para a construção do conhecimento sobre os fenômenos do mundo, apresentando, então, papel epistêmico. A fantasia na teoria de Vico é considerada o

meio mais genuíno e exato para descobrir o verdadeiro conhecimento das questões humanas. Cornejo comenta que para a filosofia de Vico “não há nenhum acesso intelectual para a realidade humana sem integrar a imaginação como o instrumento chave para a compreensão” (Cornejo, 2017, p. 12).

Dois outros filósofos expoentes no estudo da imaginação foram Immanuel Kant e Johann Goethe que – apesar de contemporâneos – apresentaram propostas distintas para a compreensão da imaginação e do ser humano (Cornejo, 2017). Kant analisa a questão de como a mente deveria ser constituída para alcançar o conhecimento preciso, voltando-se para um modelo antropológico do homem do Iluminismo como um sujeito cognoscente, em contraposição da visão deste como pessoa (Cornejo, 2017). Em seus estudos, Kant, assim como Aristóteles e Tomás de Aquino, destina a imaginação o papel intermediário entre a sensibilidade e a compreensão. Para esse autor, o processo imaginativo é o meio pelo qual se produzem as sínteses que formam a experiência, conceitos e ideias. Apesar disso, Kant minimiza a relação da imaginação com as emoções e os processos orgânicos, sugerindo que o papel da imaginação está estritamente ligado a uma função intelectual. Cornejo (2017) argumenta ainda que a visão mecanicista do homem de Kant também é identificada na proposta de divisão que faz da imaginação. Kant compreende que há dois tipos de imaginação: a reprodutiva e a produtiva, sendo a primeira ligada ao campo da psicologia e a segunda ao homem epistêmico da teoria do conhecimento, área que se dedicou mais (Cornejo, 2017). Explicando essas duas partes da imaginação, a reprodutiva refere-se à capacidade de representar o objeto em sua ausência, enquanto que a imaginação produtiva articula sensações e experiências por meio de formas e categorias *à priori* (Cornejo, 2017). Evidencia-se, então, que a proposta de Kant parte de um modelo que privilegia a racionalidade e a visão cartesiana dos processos mentais e em relação à sensibilidade.

Em contraste com a ideia de um ser humano dividido e mecanicamente constituído, o trabalho de Goethe reforça a necessidade de integrar as capacidades humanas de sensibilidade, imaginação e razão. Essa integração busca romper com o viés do modelo racionalista que enfatiza a hierarquia entre razão e cognição *versus* fantasia e sensibilidade (Cornejo, 2017). Portanto, para Goethe, “a fantasia não se opõe à razão, e representa a faculdade de sentir plenamente o mundo, sendo uma pré-condição para alcançar uma ciência ideal, que respeite a natureza por descrevê-la fielmente, desse modo, ela não se reserva apenas à poesia e a arte” (Cornejo, 2017, p. 16, **tradução nossa**). Dessa maneira, a produção de Goethe foi de encontro

à tendência iluminista hegemônica na época, argumentando que as construções racionais só farão sentido para ciência se estiverem embasadas nas sensações e emoções (Cornejo, 2017).

De maneira geral, percebemos que filósofos em diferentes épocas vislumbravam na imaginação (ou fantasia) uma função mental importante para o funcionamento do sujeito, sendo um processo primordial para a construção do conhecimento. A exceção de Platão, percebemos uma tendência histórica a enfatizar o processo imaginativo como uma capacidade específica, ativa e integrada a outros processos. Esse cenário foi gradualmente modificando desde a fragmentação da imaginação proposta por Kant, buscando estudar uma perspectiva mais racionalista da imaginação. A mudança epistemológica no *status* da imaginação se confirmou a partir do surgimento da psicologia experimental no laboratório de Wilhelm Wundt, no qual a visão objetiva, mecanicista e causal das ciências naturais foi estendida para o estudo das ciências humanas (Cornejo, 2017). Em consequência, a imaginação foi gradualmente deixada de lado como objeto de conhecimento legítimo com a irrupção da “nova psicologia”, já que o processo imaginativo não poderia ser diretamente observado ou mensurado (Cornejo, 2017).

Cornejo (2017) faz uma crítica à Psicologia pós-Wundt, afirmando que esta adotou o modelo kantiano de homem, apesar da concepção de Kant não ter intenção de ser uma descrição do ser humano, mas uma prescrição do que a mente humana deveria ser. Isto é, a “nova psicologia” estava alinhada a uma concepção de como deveria funcionar a racionalidade do ser humano. Dessa maneira, a psicologia restringiu seu objeto de interesse para os aspectos racionais da experiência humana (Cornejo, 2017). Todavia, Cornejo aponta a Psicologia Cultural como uma reação para os reducionismos causados pela “nova ciência psicológica”. Seguiremos, então, apresentando alguns teóricos da psicologia desenvolvimental que retomam o estudo da imaginação no século XX, apresentando diferentes vertentes para a compreensão da imaginação, para depois nos determos às contribuições específicas feitas pela perspectiva da Psicologia Sociocultural.

2.1.2 Imaginação e a Psicologia

Piaget, Vygotsky, Harris, Pelaprat e Cole são alguns dos autores que fazem uma retomada ao estudo científico da imaginação na psicologia (Zittoun; Cerchia, 2013). Em suas pesquisas, esses autores buscam abordar a imaginação sob um enfoque desenvolvimentista, isto é, a começar da emergência da imaginação e perpassando por suas transformações ao longo do tempo no indivíduo em formação. Nesta linha, Zittoun e Cerchia (2013) descrevem que

predominou a concepção da imaginação como um processo que se desenrola no tempo, no qual acontece uma ruptura temporária com o fluxo de pensamento, originando uma diferente modalidade de pensamento. Apesar disso, o processo imaginativo é concebido de maneira díspar por cada autor citado, divergindo sobre o que o provoca, como interage com outros processos psicológicos, o que nutre o processo e quais as consequências da imaginação (Zittoun; Cerchia, 2013).

Nos estudos piagetianos, a imaginação é considerada como um processo importante para o desenvolvimento intelectual da criança (Da Luz, 1994), cumprindo uma função transicional. Isto porque, Piaget considera que a criança no começo de seu desenvolvimento - cerca de zero a sete anos - ainda está maturando algumas capacidades cognitivas requeridas para o pensamento operatório, um tipo de pensamento submetido à lógica e causalidade. Logo, a interação da criança pré-operatória com o meio o qual a circunda provoca uma disjunção entre seus desejos e a situação em que se encontra (Zittoun; Cerchia, 2013). A exemplo, uma criança quer brincar de corrida de carrinhos na casa de sua avó, no qual não há nenhum brinquedo. Esta disjunção provoca a emergência da imaginação, que busca assimilar o mundo que envolve a criança a seus desejos. Neste caso, a criança pode imaginar que os talheres de sua avó são seus carrinhos e a bancada da cozinha é a pista de corrida, e assim brincar com o que é disposto.

Conforme a criança envelhece, a teoria piagetiana entende que as funções cognitivas como o raciocínio se desenvolvem, dominando operações mentais de maneira sistemática e organizada (Zittoun; Cerchia, 2013). Ainda segundo a perspectiva de Piaget, o raciocínio desenvolvido teria a capacidade de suprimir a disjunção entre os desejos da criança e seu meio, tornando a necessidade da imaginação reduzida. Assim, o pensamento piagetiano considera que a imaginação é substituída pelo pensamento criativo racional. Desse modo, a imaginação seria um processo temporário, que possibilitaria no início da vida do indivíduo a distração e diversão da criança, ou ainda para reviver cenas sem exigências causais do aqui-e-agora, e que posteriormente daria lugar a processos cognitivos considerados mais adaptáveis (Zittoun; Cerchia, 2013).

Enquanto estiver presente na vida infantil, Piaget considera que a imaginação é nutrida por processos internos, como a emoção (Zittoun; Cerchia, 2013). Essa questão é exemplificada por Zittoun e Cerchia ao propor a imaginação na visão construtivista pode ser provocada por uma inveja não regulada e satisfazer virtualmente o desejo por via imaginativa.

Para Pelaprat e Cole (2011), o processo imaginativo se iniciaria devido à capacidade limitada do ser humano de apreender a situação ao seu redor, por causa de restrições tanto fisiológicas, culturais e desenvolvimentais. Em seu estudo, Pelaprat e Cole propõem o

questionamento do que acontece no intervalo entre as oscilações do movimento dos olhos, que nos concederia a sensação de movimento, mesmo que a imagem captada por nossos olhos seja uma imagem fixa. Para esses autores, é a imaginação que tem o papel de conectar a experiência fragmentada que o indivíduo constrói do mundo, gerando uma imagem estável para que o indivíduo possa atuar (Pelaprat; Cole, 2011). Dessa forma, a imaginação desempenharia uma função adaptadora para o ser humano, possibilitando uma melhor representação do meio.

Paul Harris é outro autor que também admite que a imaginação tem um papel adaptador para o homem em seu meio (Zittoun; Cerchia, 2013). O surgimento do imaginar para Harris se daria para suprir a lacuna entre o que é percebido pelos sentidos, seja um objeto ou evento, e a explicação que alguém elabora sobre a causa desse evento ou as possibilidades do que poderia acontecer com o objeto. Isto acontece porque a imaginação é entendida como uma capacidade mental que permite antecipar, prever e a reagir a situações hipotéticas e a considerar possíveis consequências a situações passadas e futuras. Desse modo, a imaginação daria suporte a uma compreensão causal do mundo o qual o homem vive. Em vista disso, diferindo da perspectiva piagetiana, Harris entende que a imaginação e o raciocínio não são processos divergentes, mas a imaginação seria uma variação da cognição e que permaneceria por toda a vida (Zittoun; Cerchia, 2013). Inclusive, Harris admite o conhecimento em construção como os elementos que nutrem o cenário imaginativo.

Mediante análise dessas três propostas de compreensão da imaginação, Zittoun e Cerchia (2013) consideram que elas poderiam ser agrupadas em um modelo que nomearam de “Modelo Deficitário da Imaginação”. Segundo esse modelo, a imaginação teria uma função de completar ou reparar a permanentemente incompleta e deficitária apreensão do homem a respeito do mundo (Zittoun; Cerchia, 2013). Neste modelo, a necessidade do processo imaginativo se daria devido a limitação da capacidade humana para dar conta de sua experiência no mundo, como é o caso do período pré-operatório na concepção piagetiana, das restrições fisiológicas, desenvolvimentais e culturais referidas por Pelaprat e Cole e pela limitação interpretativista dos sentidos defendida por Harris. Logo, a imaginação ocorreria de maneira provocada pela incompatibilidade das capacidades humanas no enfrentamento da vida cotidiana, funcionando como um “preenchedor das lacunas” (Zittoun; Cerchia, 2013).

Outra característica do modelo deficitário seria a visão mais intrapsicológica e privada da experiência imaginativa (Zittoun; Glavenau; Hawlina, 2020), visto que os autores acima descritos se apoiam em processos cognitivos como recursos para fomentar a imaginação (Zittoun, 2020). Logo, o processo imaginativo seria considerado a nível individual.

Em contraste com o modelo deficitário, Zittoun e Cerchia pontuam um segundo modelo: o modelo da imaginação como Expansão da Experiência, apoiando-se sobre a perspectiva vygotskyana. No modelo em questão, a imaginação seria um componente fundante da experiência humana, que participaria continuamente da relação do indivíduo com o meio físico e cultural (Zittoun; Cerchia, 2013). Ademais, o processo imaginativo sob essa abordagem, teria a capacidade de ser intencionalmente criado, permitindo que o indivíduo se distancie psicologicamente da experiência imediata do aqui-e-agora para considerar alternativas, fazer uma releitura do passado e abrir possibilidades futuras. Dessa maneira, a imaginação permitiria explorar novas combinações para além das que o indivíduo experimentaria no cotidiano, expandindo sua experiência.

O seguinte subtópico se deterá mais profundamente a explorar as contribuições propostas por Vygotsky para a imaginação, e as decorrentes reflexões da perspectiva da Psicologia Sociocultural para esse tema.

2.1.3 Imaginação pela perspectiva da Psicologia Sociocultural

A Psicologia Sociocultural é um domínio da psicologia que busca investigar a natureza cultural da experiência humana (Zittoun; Glavenau; Hawlina, 2020), tendo carácter desenvolvimentista por buscar compreender dinamicamente o desdobramento da experiência do sujeito no tempo e espaço (Zittoun, 2020). Zittoun e Baucal (2021) identificam as raízes dessa abordagem no pragmatismo americano e na psicologia sócio-histórica de Vygotsky. Como fruto dessas bases epistemológicas, a perspectiva da psicologia sociocultural se reconhece como não-dualista, dialógica, dinâmica e pragmatista (Zittoun, 2020). Na prática, essa abordagem irá considerar a integração dos elementos que envolvem a experiência humana.

A abordagem da psicologia sociocultural tem como base a mútua constituição do sujeito e seu meio social e cultural (Zittoun, 2020; Zittoun; Glavenau; Hawlina, 2020), isto é, enquanto que o meio sociocultural compõe as condições e recursos para o desenvolvimento do indivíduo, este também modifica o meio no qual vive por suas escolhas e ações no mundo (Zittoun, 2020). Este axioma permite compreender que o meio não é uma variável a ser considerada, mas parte integrante da constituição do sujeito. Dessa forma, a relação interdependente do ser com o meio torna essencial o estudo do indivíduo situado em seu contexto (Zittoun, 2020; Zittoun; Glavenau; Hawlina, 2020).

Admite-se ainda a singularidade da experiência do sujeito no mundo, devido seu enredamento único, historicamente situado e na interface com uma teia de interações sociais

(Zittoun, 2020). Nesse sentido, mesmo que a experiência de dois indivíduos tenha elementos em comum, a perspectiva sociocultural compreende que a interação de cada sujeito com os recursos socioculturais (outras pessoas, objetos, instituições, obras artísticas, por exemplo) se dá de maneira dinâmica, constituindo vivências particulares.

Pontua-se, também, a importância das diferentes escalas de dimensão temporal para a abordagem da Psicologia Sociocultural, incluindo a escala temporal da evolução das espécies, da história da sociedade e do desenvolvimento ao longo das interações momento-a-momento (Zittoun; Glavenau; Hawlina, 2020). Desse modo, a gênese das funções psicológicas humanas é tecida nas interações entre acontecimentos tanto na escala macro, quanto na micro. Aliado a esse princípio, Zittoun, Glaveanu e Hawlina (2020) indicam que a nossa interação com e no mundo, mediado pelo uso dos recursos culturais, criam um espaço simbólico para além da experiência imediata do aqui-e-agora.

No que se refere à imaginação, esta perspectiva sociocultural irá abordá-la tanto como um processo, como uma experiência que se desenvolve no tempo, que medeia a ação do indivíduo no mundo, ao mesmo tempo que é mediada pela cultura e pelos recursos sociais, materiais e simbólicos (Zittoun; Glavenau; Hawlina, 2020). Além disso, como fenômeno sociocultural, a imaginação é reconhecida pelo seu caráter criativo e multimodal, isto é, não se refere apenas à representação de imagens (Zittoun; Glavenau; Hawlina, 2020).

Lev S. Vygotsky foi um dos autores expoentes na retomada dos estudos da imaginação e uma das inspirações para a perspectiva sociocultural. Este autor reconhece o processo imaginativo como um processo humano específico que atua em interação com outras funções psicológicas superiores, como o raciocínio, a memória e processos afetivos (Vygotsky, 2014). Outra característica essencial da imaginação para Vygotsky (2014) é a natureza sociocultural deste processo. Em outras palavras, o processo imaginativo é constituído e nutrido na relação dinâmica do indivíduo com a cultura no contexto sócio-material, ao mesmo tempo que constitui e reconstrói a cultura e o meio (Zittoun; Glaveanu; Hawlina, 2020). Desse modo, a perspectiva vygotskyana está em contraste com a visão da imaginação como um fenômeno intrapsicológico e privado (Zittoun; Glavenau; Hawlina, 2020).

Assumindo que os processos psicológicos na vertente sociocultural se desenrolam no tempo, observa-se que a imaginação se desenvolve ou, em outras palavras, complexifica-se à medida que o indivíduo progressivamente avança em relação ao domínio de suas capacidades, como a do sistema linguístico (Vygotsky, 2014; Zittoun; Glavenau; Hawlina, 2020). Segundo Zittoun e colaboradores (2020), o desenvolvimento da imaginação reorganiza o pensamento do indivíduo, dando meios para regulá-lo. A exemplo disto, um arquiteto poderá projetar um quarto

infantil com maiores níveis de detalhe e recursos que uma criança representando seu quarto dos sonhos, já que o profissional de arquitetura teve acesso a ferramentas simbólicas, como o conhecimento sobre iluminação e *design*, e maior repertório que o permite expandir possibilidades e complexificar a atividade. Portanto, a imaginação torna-se cada vez mais diferenciada à medida que o indivíduo envelhece.

Como característica central da imaginação, Vygotsky aponta para o distanciamento da consciência em relação à experiência imediata (Zittoun; Glaveanu; Hawlina, 2020). Em razão disso, a imaginação possibilita um grau de liberdade em relação às restrições da situação do aqui-e-agora. Por exemplo, em uma aula de física, um estudante pode imaginar o que aconteceria caso a atração gravitacional da Terra não existisse. Apesar de poder se desvencilhar da situação do aqui-e-agora, a imaginação está intimamente ligada ao mundo social, isto porque é a experiência social e cultural que constrói e nutre o processo imaginativo (Vygotsky, 2014). Além disso, Vygotsky (2014) aponta ainda que a imaginação é uma forma de conhecer o mundo, entrando em contato com eventos, lugares e pessoas que não estivemos em convívio direto, mas que podemos elaborar por meio de recursos culturais como livros, imagens, histórias. Nesse sentido, a imaginação viabiliza a expansão da nossa experiência (Zittoun, 2020; Zittoun; Cerchia, 2013; Zittoun; Gillespie, 2016; Zittoun; Glaveanu; Hawlina, 2020).

Vygotsky (2014) aponta ainda duas outras formas como a imaginação está ligada ao mundo social: por meio das emoções e como processo criativo. Em relação ao primeiro ponto, argumenta-se que as emoções estão intimamente associadas ao processo imaginativo em dois sentidos - as emoções disparando a imaginação e moldando o conteúdo imaginado; como também a experiência imaginativa promovendo o aparecimento de certas emoções (Vygotsky, 2014). Como exemplo, o tédio durante o trabalho pode provocar a abertura de um processo imaginativo sobre as próximas férias (para onde o trabalhador iria, quem estaria o acompanhando, quais atividades realizaria); esse conteúdo imaginado pode facilitar o surgimento de emoções de alegria e ansiedade. Já em relação ao segundo ponto, a imaginação relaciona-se com o meio social por meio de sua capacidade generativa (Vygotsky, 2014; Zittoun; Glaveanu; Hawlina, 2020). Ao finalizar a excursão imaginativa, voltando a consciência para a experiência imediata, o indivíduo pode trazer algum fruto, com potencial de alterar seu meio. Em relação ao exemplo utilizado, o trabalhador poderia encerrar a sua experiência imaginativa com planos de viagem para as próximas férias.

Em síntese, a visão proposta por Vygotsky e pela Psicologia Sociocultural contribuem como um contraponto a ideia da imaginação como um processo cognitivo individual, temporário, reprodutivo ou como uma forma elementar de raciocínio (Zittoun; Glaveanu;

Hawlina, 2020). Dessa maneira, a imaginação como fenômeno sociocultural abre espaço para uma compreensão mais integrativa e dinâmica com o meio em que o indivíduo está inserido, reconhecendo sua natureza criativa e intencional, constituída na experiência com o mundo, enquanto que o transforma e expande (Zittoun; Cerchia, 2013).

2.1.4 O Modelo da Espiral Imaginativa

Alinhado aos pressupostos vygotksyanos, destacamos um modelo que visa detalhar como a imaginação se desdobra no tempo: o modelo do *Loop* Imaginativo. Em construção há mais de uma década, este modelo teórico proposto por Zittoun, Cerchia, Gillespie, Gfeller (Gfeller; Zittoun, 2021; Zittoun; Cerchia, 2013; Zittoun; Gillespie, 2016) tem contribuído para avanços nos estudos da imaginação a partir da abordagem sociocultural. Além disso, a escolha desse modelo como lente para nossa investigação se deu por este privilegiar uma visão processual da imaginação, como veremos nesta seção.

Em consonância com as discussões e trabalhos que vêm sendo realizados no grupo de estudos do Laboratório Eikasia, laboratório de estudos da imaginação vinculado do Programa de Pós-Graduação em Psicologia Cognitiva da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), e coordenado pela Prof. Dra. Ana Karina Moutinho, adotaremos nesta dissertação o termo “espiral imaginativa” em vez de *loop* para nos referirmos ao movimento imaginativo. Batista (2023) explica a escolha da mudança de nomenclatura atribuindo duas razões: o uso de uma expressão em Língua Portuguesa, a fim de facilitar a compreensão dessa proposta teórica; e, por outro lado, o termo espiral aproxima-se do sentido que atribuímos à imaginação. Consideramos adequado o uso do termo espiral imaginativa por remeter a ideia de um movimento contínuo, não linear e em constante transformação, tal como uma espiral, estando em conformidade com a produção teórica e sentido designado por Zittoun e colaboradores (Gfeller; Zittoun, 2021; Hilppö *et al.* 2016; Zittoun; Cerchia, 2013; Zittoun; Gillespie, 2016).

O modelo da Espiral Imaginativa define a imaginação como um processo que transita momentaneamente do fluxo da consciência do aqui-e-agora para explorar o passado, o futuro e possibilidades alternativas (Gfeller; Zittoun, 2021; Hilppö; Rajala; Zittoun; Kumpulainen; Lipponen, 2016; Zittoun; Cerchia, 2013; Zittoun; Gillespie, 2016; Zittoun; Glaveanu; Hawlina, 2020). Dito isso, esse deslocamento simbólico nas diferentes esferas temporais permite que o processo imaginativo se utilize de recursos socioculturais da experiência passada e atual do indivíduo para recombina ou criar novas associações entre elementos (Zittoun; Glaveanu; Hawlina, 2020). Sendo assim, ao imaginar, uma pessoa ou uma comunidade transcende o contexto mais imediato para a (re)elaboração de significados de experiências vividas ou a

projeção de possibilidades, abrindo novos caminhos na realidade e especificando outros. Nesse sentido, Zittoun e colaboradores defendem a imaginação como um processo que permite expandir e refinar a experiência do ser no mundo (Hilppö *et al.*, 2016; Zittoun; Cerchia, 2013; Zittoun; Gillespie, 2016).

Em alinhamento com a perspectiva sociocultural, a imaginação proposta pelo modelo da Espiral Imaginativa é de natureza criativa (Zittoun; Cerchia, 2013; Zittoun; Glaveanu; Hawlina, 2020). Essa capacidade criadora está presente nas inovações científicas e artísticas, mas também é um elemento constitutivo das mais variadas situações – até mesmo aquelas mais triviais (Hilppö *et al.*, 2016), como criar uma receita nova a partir dos ingredientes encontrados na geladeira. Por meio da capacidade criativa da imaginação é possível a ampliação da experiência do sujeito, que consegue interagir com fenômenos para além da observação direta, transformando sua situação atual e projetando novos horizontes. Nesse sentido, Zittoun e Cerchia afirmam que “a imaginação é necessária à vida humana e cultural e pode potencialmente expandir o que de outra forma seria impossível num determinado estado de restrições sócio-históricas. Segundo esta compreensão, a imaginação torna-se uma forma de expansão da experiência humana.” (Zittoun; Cerchia, 2013, p. 3, **tradução nossa**).

A imaginação, segundo o modelo em questão, é o movimento simbólico da consciência que se daria em uma sequência temporal, partindo do desprendimento da situação do aqui-e-agora ao seu reengajamento (Zittoun, 2020; Zittoun; Gillespie, 2016). Para os autores do modelo da Espiral Imaginativa, o movimento imaginativo representa a experiência da pessoa que engajada na situação atual, desprende-se desta experiência momentaneamente para explorar simbolicamente outras situações hipotéticas e, posteriormente, retorna para a situação do aqui-e-agora (Zittoun; Cerchia, 2013; Zittoun; Gillespie, 2016; Gfeller; Zittoun, 2021). Esse movimento é representado na Figura 1 abaixo.

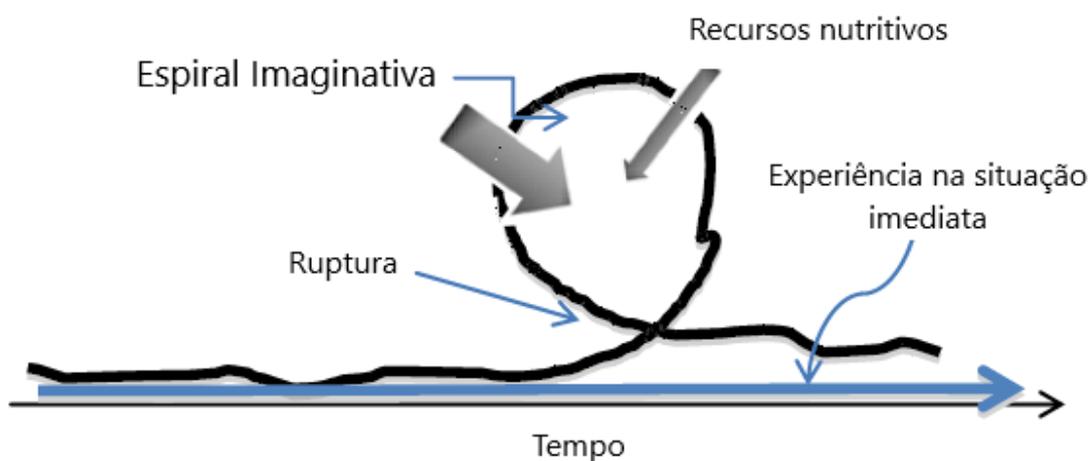


Figura 1: A espiral imaginativa (adaptado de Zittoun; Cerchia, 2013, p. 10)

Zittoun e Cerchia (2013) detalham que o desenrolar da imaginação no tempo, ou seja, a sequência temporal imaginativa, inicia-se com desprendimento da consciência em relação à situação imediata, essa ruptura é dada por um gatilho, que pode ser um evento, uma ferramenta cultural ou uma emoção. Por exemplo, ao assistir um filme romântico (gatilho), um senhor idoso se desloca psicologicamente da cena entre os protagonistas para uma história de romance do seu passado. Durante a excursão imaginativa, a pessoa se engaja em experiências alternativas que não estão submetidas a linearidade temporal e causal (Zittoun; Gillespie, 2016). Isto é, a experiência imaginativa estaria desconectada das consequências usuais do tempo e espaço da situação do aqui-e-agora. Assim, em continuidade ao exemplo proposto, o senhor idoso poderia imaginar o que aconteceria caso não tivesse se mudado de cidade na época daquele romance ou antecipar como seria um possível reencontro com sua antiga namorada após muitos anos. A finalização da experiência imaginativa se daria pelo retorno do fluxo da consciência para a situação imediata, usualmente tendo ganho algo dessa excursão (Zittoun; Cerchia, 2013). Após imaginar essas possibilidades, eventualmente o senhor idoso engaja-se novamente na cena do filme, tendo planejado entrar em contato com a antiga namorada após sair do cinema. Esse processo de vai-e-vem entre a situação concreta do aqui-e-agora e as situações imaginadas é descrito como um *loop* imaginativo (Zittoun; Cerchia, 2013; Zittoun; Gillespie, 2016), uma espiral imaginativa, em português (Batista, 2023).

Em linhas gerais, o modelo de espiral proposto por Zittoun e Gillespie (2016) explica o que dispara a espiral imaginativa, o que a nutre e quais os possíveis desfechos da imaginação. Nesse sentido, o **gatilho** é o elemento que desencadeia a ruptura do fluxo da consciência, iniciando o movimento imaginativo (Zittoun; Gillespie, 2016; Gfeller; Zittoun, 2021). Esse gatilho pode apresentar-se de maneiras diferentes, a exemplo do tédio; uma situação atípica, como a pandemia da COVID-19 (Fernandes, 2021; Vasconcelos, 2023); momentos de transição na vida, como a transição para o mercado de trabalho (Batista, 2023; Breckenfeld, 2023; Melo, 2018); ou um artefato cultural, como uma música, um filme e uma questão de matemática. Em vista disso, percebe-se que o gatilho da experiência imaginativa é um elemento da situação do aqui-e-agora, o que realça a conexão entre a imaginação e a experiência imediata do indivíduo no mundo.

Após o gatilho inicial, a espiral imaginativa é circunscrita por recursos sociais e culturais disponíveis ao indivíduo naquele momento da sua história de vida, esses são elementos que orientam o desenrolar da espiral imaginativa, nutrindo e orientando-a (Zittoun; Gillespie, 2016).

Em outras palavras, os recursos utilizados são a matéria-prima para a espiral (Gfeller; Zittoun, 2021). Por exemplo, ao imaginar sobre como será o primeiro dia de aula em uma escola nova, um estudante pode remeter a experiências no seu antigo colégio, imaginando se a quadra esportiva será maior ou menor ou se a distribuição de mesas na sala de aula será em formato circular ou enfileirado. Neste trabalho, denominamos esses elementos como **recursos nutritivos**, tendo em vista que o termo “recursos” sem a adjetivação, utilizado neste modelo teórico, é amplo e vago. Zittoun e Gillespie (2016) mencionam tipos diversos de recursos nutritivos, como a experiência passada, a percepção presente, artefatos simbólicos cotidianos, representação social, normas e valores compartilhados e também relações interpessoais. Em suma, qualquer elemento que faz parte da experiência humana, poderá fazer parte da experiência imaginativa.

Ressalta-se, no entanto, que tais recursos culturais podem tanto nutrir como limitar o processo de imaginar (Zittoun; Gillespie, 2016). Isso pode ocorrer já que um tabu social pode permanecer inviolável inclusive em uma situação imaginada, resultando em ideias que não são possíveis de serem pensadas (Gfeller; Zittoun, 2021). Desse modo, a situação imediata constitui o horizonte imaginativo da pessoa, uma zona que disponibiliza dos recursos nutritivos que fomentam a imaginação, ao mesmo tempo que é um limite para além do qual a pessoa não consegue imaginar por falta de recursos (Zittoun; Gillespie, 2016).

Por fim, a sequência da espiral imaginativa se encerra com quando a pessoa retorna a experiência imediata, submetida à linearidade temporal e causal, com **desfecho(s)** do processo imaginativo (Zittoun; Gillespie, 2016). O desfecho imaginativo pode ter tanto repercussões mais individualizadas, como alterar o humor do indivíduo e a compreensão deste sobre um problema, como também mais relacionais e sociais, como a elaboração de planos familiares e ações no mundo, como a formulação de acordos internacionais para prevenir possíveis catástrofes. Nesse sentido, alguns dos desfechos da imaginação podem ser de carácter microgenético: eles podem enredar como uma situação se desenrola no tempo, orientando à inovações cotidianas; e outros de natureza sociogenética, como o projeto para voar para Lua: a imaginação compartilhada sobre chegar nesse astro, estimulou investimentos financeiros e a criação de tecnologias até a realização da viagem Lua (Zittoun; Gillespie, 2016). Em síntese, a espiral imaginativa é um processo que se desenrola no tempo, disparado por um gatilho, mediado e nutrido por recursos socioculturais e finalizado com um desfecho.

A espiral imaginativa pode assumir diferentes formas, sendo descrita a partir do seu movimento em interação com um contexto espaço-temporal específico (Hilppö *et al.*, 2016). Zittoun, Gillespie e Gfeller apontam para quatro dimensões nas quais a imaginação pode variar,

são elas: a temporalidade, o grau de generalidade, o grau de plausibilidade (Zittoun; Gillespie, 2016) e o grau de corporeidade (Gfeller; Zittoun, 2021). A primeira dimensão se refere à orientação temporal a qual a pessoa transita na espiral imaginativa. Segundo o modelo apresentado, o ato de imaginar ocorre em uma linha temporal contínua e irreversível, ou seja, o tempo passa sem parar ou retornar, contudo o conteúdo da imaginação é desconectado do momento presente, escapando às regras da temporalidade (Zittoun; Gillespie, 2016). Como resultado, o processo imaginativo pode explorar experiências passadas, futuras e possibilidades alternativas do que poderia ter existido, transitando entre essas esferas. Dessa maneira, Zittoun e Gillespie (2016) afirmam que a imaginação envolve lembrar, antecipar e o raciocínio contrafactual. Nesse contexto, quando uma estudante estiver realizando uma resolução de problemas de matemática, como é o caso deste trabalho, ela poderá se utilizar das experiências prévias com uma questão semelhante, antecipar possíveis caminhos resolutivos e explorar qual dessas possibilidades é mais eficaz para resolver o problema atual. Assim como neste exemplo, o movimento imaginativo na dimensão temporal é fluido e dinâmico.

Em relação à dimensão do grau de generalidade, é explorado a escala entre experiências mais concretas e específicas até experiências mais gerais e abstratas (Zittoun; Gillespie, 2016). O processo imaginativo nesta dimensão pode variar desde como organizar uma pilha de papéis no escritório (experiência concreta e específica) a como alcançar a paz mundial (experiência mais abstrata e geral). Gfeller e Zittoun (2021) explicam que há uma permanente tensão entre o que é particular e geral: há tanto um movimento imaginativo de buscar adaptar princípios mais gerais a situações particulares, assim como buscar generalizar de situações particulares regras ou tendências mais gerais. Logo, quando um estudante busca aplicar um conceito matemático a um problema apresentado, ele estará fazendo uso da dimensão do grau de generalidade da imaginação.

A terceira dimensão, o grau de plausibilidade, por sua vez, diz respeito à probabilidade de um evento imaginado acontecer dada as condições socioculturais do contexto vivido pelo indivíduo que imagina. Enfatiza-se que o que pode ser mais plausível em um contexto (locomover-se de barco em Belém), pode ser menos plausível em outro (locomover-se de barco na cidade de São Paulo). Sintetizando, essa dimensão varia de um lado mais ligado às possibilidades disponíveis naquele contexto sociocultural e material a outro, o qual as imaginações são mais hipotéticas e de difícil concretização na situação imediata (Gfeller; Zittoun, 2021). Hilppö e colaboradores (2016) destacam ainda que o movimento imaginativo nesta dimensão cria um espaço dialógico entre o que é plausível em uma dada situação e explorações de ideias do que poderia ou não ser plausível. Essa dinâmica imaginativa permite

que os pensamentos do indivíduo se tornem mais refinados e distintos (Hilppö *et al.*, 2016). Isso pode ser observado, por exemplo, enquanto um estudante planeja qual operação matemática deve ser utilizada para resolver um problema: embora tanto a adição múltipla, como a multiplicação possam ser efetivas para resolver uma questão de combinação (a exemplo: Pedro tem cinco camisas e duas calças. Quantos conjuntos ele pode formar com essas peças de roupa?), o estudante pode antecipar que a operação de multiplicação (5×2) seria mais rápida do que formar cada uma das combinações para posteriormente somá-las.

Por último, a dimensão do grau de corporeidade – acrescida posteriormente ao quadro teórico – refere-se aos níveis de envolvimento corporal e ambiental no desenrolar da imaginação (Gfeller; Zittoun, 2021). Gfeller e Zittoun (2021) salientam a imaginação como uma atividade corporificada, socioculturalmente situada se desdobrando em um espaço físico e interacional. Por isso, as autoras continuam argumentando que o ambiente sociocultural, em que o corpo está incluso, provoca, nutre e orienta o desacoplar da espiral imaginativa (Gfeller; Zittoun, 2021). Por exemplo, a dor de um hematoma na perna pode levar a pessoa machucada a imaginar onde ela poderia ter batido, enquanto que a foto da partida de futebol jogada no último fim de semana pode alimentar essa imaginação.

Outro aspecto importante da dimensão do grau de corporeidade é que este pode variar entre duas polaridades: uma imaginação que se expressa mais corporalmente/materialmente, tornando-a mais perceptível a outros, e outra cuja expressão não é notada. Nota-se, no entanto, que essas duas expressões são parte inerente da imaginação, pois, como afirmam Gfeller e Zittoun: “em outras palavras e voltando-se para Vygotsky, tanto a concretude quanto a abstração são constitutivas da imaginação” (Gfeller; Zittoun, 2021, p. 3, **tradução nossa**). Assim, esta dimensão permite entender o movimento imaginativo que acontece entre o imaginar de maneira mais visível (por meio de gesticulações e ferramentas culturais) e o imaginar de maneira menos visível (por meio do fluxo de pensamento) (Gfeller; Zittoun, 2021). Para ilustrar como isso pode acontecer, retomamos o exemplo de um problema de matemática: ao resolver quantas arestas uma pirâmide triangular, um cubo e um dodecaedro possuem, o imaginar do estudante pode se apoiar em uma contagem mental para as figuras mais simples, e ser auxiliado posteriormente pela utilização do papel e caneta, a contagem pelos dedos, ou por uma representação gráfica para uma figura geométrica mais complexa. Por conseguinte, essa dimensão concretiza a concepção da imaginação como uma atividade corporificada, em contraposição a ideia da imaginação meramente mental (Gfeller; Zittoun, 2021; Zittoun; Glaveanu; Hawlina, 2020; Winther-Lindqvist, 2017).

Concisamente, o modelo da Espiral Imaginativa entende a imaginação como um processo que permite a *expansão da experiência* do sujeito no mundo, facilitando a consideração de diferentes perspectivas e esferas temporais, a elaboração de planos e soluções, a formulação de hipóteses e a construção de significados (Azevedo, 2017; Zittoun; Glauveanu; Hawlina, 2020). Este modelo descreve a imaginação como um processo que se inicia com o desprendimento simbólico do fluxo de pensamento da situação imediata, desencadeado por um gatilho, e que se desenrola no tempo mediado por recursos nutritivos até o seu retorno ao contexto do aqui-e-agora, com desfechos desse processo. Além disso, a espiral imaginativa pode ser descrita a partir de sua movimentação simbólica em quatro dimensões: a temporalidade, o grau de generalidade, o grau de plausibilidade e o grau de corporeidade.

O modelo da Espiral Imaginativa tem sido utilizado para investigar as mais diversas situações onde a imaginação está presente, como na área da saúde e do trabalho, a exemplo dos estudos sobre paciente com doenças crônicas imaginando seu futuro com a doença (Fernandes, 2021; Silva, no prelo); profissionais de saúde imaginando sobre cuidados paliativos (Batista, no prelo); profissionais de saúde imaginando sobre a experiência da pandemia do COVID-19 (Vasconcelos, 2023); e educadores sociais recém-contratos imaginando sua atividade profissional em casas de acolhimento (Breckenfeld, 2023). Pelo seu potencial descritivo do processo de imaginar, esse modelo teórico tem permitido entender em que contexto se dá a imaginação, quais são os elementos socioculturais que a disparam, como a espiral se desenrola, e quais os principais desfechos para o indivíduo e sua comunidade.

Na área da educação, os estudos que utilizam o modelo da Espiral Imaginativa tem investigado como uma jovem cega imagina seu futuro profissional (Batista, 2023); como docentes imaginam promover o desenvolvimento da imaginação em sala de aula (Paixão, 2020); como estudantes da arte marcial Aikido imaginam sua prática corporal desta defesa pessoal (Gfeller; Zittoun, 2021); e como estudantes em uma sala de aula de ciências imaginam sobre a origem das rochas (Hilppö *et al.*, 2016). Para essas pesquisas, a imaginação é identificada como um aspecto importante da aprendizagem. Hilppö e colaboradores (2016) argumentam que isso acontece porque a imaginação permite explorar e experimentar novas ideias sem as repercussões e limitações da situação do aqui-e-agora, enriquecendo a experiência e a interação do estudante no mundo. Apesar disso, investigações sobre a dinâmica processual da imaginação na educação ainda são recentes e escassas (Batista, 2023; Gfeller; Zittoun, 2021; Hilppö *et al.*, 2016; Hilppö *et al.*, 2016).

Assim, embora o modelo da Espiral Imaginativa tenha permitido avanços para entender a experiência imaginativa do indivíduo, entendemos que esta ainda carece de um olhar mais

atento para como o imaginar e os elementos constitutivos da espiral imaginativa se transformam ao longo do tempo. Corroborando com essa percepção, Hilppö e colaboradores (2016) indicam a necessidade de investigar como a dinâmica imaginativa se desenvolve em diferentes fases do processo de aprendizagem, observando também o que desencadeia, o que sustenta e dificulta a imaginação nos ambientes educacionais. Em vista disso, para analisar a dinâmica desenvolvimental da imaginação durante a sua ocorrência, propomos recorrer à abordagem microgenética, uma base teórica, metodológica e analítica que permite entender e acompanhar o processo de emergência e transformação de um fenômeno momento-a-momento.

A análise da imaginação sob o olhar microgenético ainda é pouco realizada em pesquisas empíricas, sendo identificados três trabalhos até o momento. Um deles é o artigo já citado de Hilppö e colaboradores (2016), que visou entender a dinâmica imaginativa de estudantes em uma sala de aula finlandesa, imaginando sobre a origem das rochas. Como resultados principais deste trabalho, os autores apontam gatilhos que desencadearam a espiral imaginativa e como esta se desenrolou. Este estudo permitiu expandir a compreensão do modelo da Espiral Imaginativa, visto que defende o papel da imaginação não somente para a expansão da experiência, como também para refinar o conhecimento dos estudantes. Isso foi observável devido à análise das interações comunicativas entre estudantes, na qual era conversado sobre explicações plausíveis da origem das rochas a partir do conhecimento prévio e do senso comum desses estudantes. Foi observado que essa interação estudantil construiu um espaço dialógico entre o que era uma explicação plausível da formação das rochas e explorações sobre o que poderia embasar o fenômeno de interesse. Desse modo, Hilppö e colaboradores (2016) destacam o papel da dimensão do grau de plausibilidade da imaginação a fim de refinar a construção de conhecimento no processo educacional.

Outro estudo que utiliza a análise microgenética com o foco na imaginação é o capítulo de livro produzido por Silva, Lyra e Wagoner em 2020, “The Microgenetic Analysis of Remembering and Imagining in the Process of Learning Scientific Concepts”, no qual os autores objetivaram observar a relação entre a lembrança e a imaginação durante o processo de construção de significado em relação ao conceito químico de substância. Em suas conclusões, os autores observam que a memória e a imaginação estão associadas para criar novas sínteses conceituais, que vão além da reprodução do que é ensinado. Para a imaginação, é creditada a assistência na criação de imagens mentais que irão mediar o processo de formação de conceito por meio da dimensão da generalização. Silva, Lyra e Wagoner (2020) também

destacam a dimensão do grau de plausibilidade, já que hipóteses implausíveis podem levar à elaboração de novas ideias, associando esse ponto ao papel do erro na construção do conhecimento científico.

Pontuamos ainda a tese de doutorado elaborada por Josene Ferreira Batista, defendida com sucesso em 2024 no Programa de Pós-Graduação em Psicologia Cognitiva da UFPE, articulando a abordagem histórico-relacional da microgênese à imaginação. O estudo intitulado “A vida não é um sopro: profissionais de enfermagem imaginando cuidados paliativos” foi orientado por Karina Moutinho e Andréa Garvey. Nesta investigação, Josene Batista investigou a respeito da imaginação de profissionais de enfermagem sobre cuidados paliativos. Dentre as principais contribuições, Batista (no prelo) cita que a integração da teoria da Espiral Imaginativa de com a abordagem histórico-relacional de Fogel, Garvey, Hsu e West-Stroming (2006) permitiu a identificação de níveis de variabilidade no processo imaginativo no grupo de técnicas de enfermagem durante a atuação no círculo de cultura, o que ocasionou transformação da imaginação das participantes sobre o sentido de cuidados paliativos. Além disso, a análise microgenética implementada contribuiu para que a autora fizesse uma proposição inédita de organização da Espiral Imaginativa em termos do que chamou por "micro rupturas" ou "rupturas secundárias", entendidas como: desconexões temporárias do fluxo de pensamento posteriores a ruptura inicial. A partir desta proposição, a pesquisadora sugere que o processo imaginativo, analisado microgeneticamente, se dê no que chamou por Espiral Múltipla da Imaginação, a qual se caracteriza de forma peculiar a cada nível de desenvolvimento identificado na investigação (Batista, no prelo).

Apesar de atualmente escassos os trabalhos científicos que se propõe a utilizar a análise microgenética no estudo da imaginação, consideramos que esta ferramenta pode nos auxiliar a elaborar uma compreensão mais detalhada do modo como a imaginação do errar se desenvolve na resolução de problemas matemáticos, já que o olhar microgenético não se preocupa somente com o que aconteceu, mas como se dá o processo e suas transformações ao longo do tempo (Fogel; Garvey; Hsu; West-Stroming, 2006).

Nota-se também, como ganho adicional do uso dessa estratégia analítica, a possibilidade de entender o processo imaginativo como uma co-construção entre os participantes do grupo, e não como um processo cognitivo interno e individualista. Isto porque a análise microgenética permite observar as trocas interacionais e processuais que ocorrem no fenômeno estudado. Dessa maneira, com o apoio da lente microgenética é possível perceber que mesmo a

imaginação expressa por um único participante sinaliza um processo que foi gestado em trocas ao longo da história ontogenética da pessoa. Nas palavras de Silva (2014) “o desenvolvimento do organismo e do seu meio circundante tende a ocorrer de forma interligada”. Com base nisso, propomos fazer uso da análise microgenética para analisar detalhadamente o desenvolvimento do imaginar como um processo dinâmico, relacional e histórico. Para isso, baseamo-nos na abordagem microgenética histórico-relacional proposta por Fogel, Garvey, Hsu e West-Stroming (2006), Fogel e Garvey (2007), Garvey (2014), Góes (2000), Lavelli; Pantoja; Hsu; Messenger; Fogel (2005) e Silva (2014). A este respeito, trataremos na seguinte seção deste capítulo.

2.2 MICROGÊNESE: FUNDAMENTO TEÓRICO-METODOLÓGICO E ANALÍTICO

2.2.1 Considerações históricas e conceituais

A origem do termo “microgênese” é atribuído ao método utilizado por Werner na década de 1920 para descrever uma técnica experimental que instigasse a gênese de fenômenos desenvolvimentais em laboratório (Lavelli; Pantoja; Hsu; Messenger; Fogel 2005), facilitando, assim, a observação minuciosa dos mesmos enquanto o processo se desenrolava (Garvey, 2014). Inspirado no trabalho de Werner, Vygotsky apoia o uso da microgênese para entender o processo de desenvolvimento das funções psicológicas superiores, já que - segundo o autor russo - “abranger o processo de desenvolvimento de uma determinada coisa, em todas as suas fases e mudanças [...] significa, fundamentalmente, descobrir sua natureza, sua essência” (Vygotsky, 1991, p. 46). Em outras palavras, Vygotsky argumenta a favor da microgênese como um método de pesquisa que privilegie observar o processo de mudança durante sua ocorrência, a fim de se aproximar de uma compreensão do processo cognitivo em si.

Para Vygotsky, o olhar microgenético se diferenciava das perspectivas desenvolvimentais utilizadas até então, já que, enquanto as outras perspectivas se utilizavam de métodos que investigavam o fenômeno após o processo desenvolvimental ter alcançado uma estabilidade momentânea, a microgênese se preocupa em abordar desde as circunstâncias e acontecimentos prévios à mudança, a mudança em movimento até seu estado de relativa estabilidade (Siegler; Crowley, 1991). Nesta perspectiva, observar o desenvolvimento é sinônimo de observar mudanças, sendo essas mudanças vistas como um movimento contínuo, em vez de esporádico e periódico (Siegler; Crowley, 1991; Siegler, 2002). Desse modo, a microgênese se configura como uma possibilidade de observar a origem e história de um evento

particular detalhadamente, ou seja, é um olhar desenvolvimental para a ocorrência do fenômeno com todas suas facetas e nuances.

Em concordância com o pensamento vygotskyano, Siegler e Crowley (1991) argumentam que a maioria dos métodos que estudam o desenvolvimento (como o longitudinal, o transversal e o experimental) acessam o processo de mudança apenas indiretamente, enquanto que a microgênese está mais próxima a uma observação mais direta. Figurativamente, Siegler e Crowley comparam os métodos não-microgenéticos a fotos do antes e depois de um acontecimento, enquanto que a microgênese seria similar à uma sequência de variadas fotos do mesmo acontecimento. Nesse sentido, enquanto uma análise do desenvolvimento com observações mais espaçadas e a longo-termo (como a diferença entre as respostas de crianças de diferentes idades sobre a conservação de quantidades) indica tendências desenvolvimentais globais do que uma criança é capaz em um primeiro momento e o que é capaz posteriormente, a visão microgenética permite capturar como a mudança ocorre (Granott; Fischer; Parziale, 2002). Dito isto, aponta-se que uma das contribuições dadas pela microgênese é o rompimento com a ideia do desenvolvimento em saltos, para uma compreensão transicional e contínua (Siegler, 2002). Granott, Fischer e Parziale (2002) explicam o mecanismo transicional comparando-o a aos ganchos de escalada, nos quais os ganchos estão ancorados em níveis ainda não alcançados, mas que atraem o processo desenvolvimental para a construção destes níveis.

Apesar de estar focalizada nas micro-mudanças ao longo do desenvolvimento, a microgênese se relaciona a transformações de outras ordens, tanto mais macro- como mesogenéticas (Góes, 2000; Silva, 2014; Valsiner, 2012). Explicitando sobre isso, Werstch (1998) entende que a microgênese compõe um dos domínios genéticos, ao lado das escalas temporais da filogênese, da histórico-sociocultural e da ontogênese. A linha temporal abordada pela microgênese abrange o tempo do aqui-e-agora, abordando os fenômenos em tempo real (Silva, 2014), isto é, conforme eles ocorrem. Dito isso, segundo Vygotsky (1991), é a partir dos processos que ocorrem nessa linha temporal que emergem processos nos outros domínios genéticos. Isto significa que as mudanças de longo prazo no desenvolvimento têm raízes nas mudanças ocorridas nas interações sociais em curto prazo. Mudanças de regime de governo, por exemplo, tem sua origem em reivindicações sociais, já estas têm raízes em descontentamentos individuais e estes descontentamentos podem ter surgido em eventos específicos e particulares de cada indivíduo com as propostas da liderança anterior.

Destaca-se ainda que o olhar desenvolvimental da microgênese fundamenta um método de pesquisa e uma análise científica própria: o método e a análise microgenéticos. Siegler e Crowley (1991), Granott, Fischer e Parziale (2002) enfatizam a relevância desse método, pois

ele promove informações detalhadas sobre uma mudança específica, indicando as condições das quais a mudança ocorreu, como a mudança ocorreu durante seu desenrolar e possíveis generalizações do processo de mudança para além do contexto inicial observado.

Siegler e Crowley apontam três propriedades fundamentais para explicar a riqueza de informações construídas por meio do método microgenético. A primeira delas se refere à alta densidade de observações durante o período da mudança, que busca acompanhar o ritmo da mudança do fenômeno (Siegler; Crowley, 1991). Assim, quanto mais observações realizadas no processo de mudança em uma transição, mais equiparado a análise poderá estar do fenômeno em si. Pontua-se que, por depender muita atenção em uma alta intensidade de observações, a fim de captar minúcias de variabilidade, há uma necessidade de que os recortes sejam restritos, isto é, de curta duração (Goés, 2000).

Outra propriedade do método microgenético é o compromisso em observar o período de desenvolvimento desde o início da mudança até que ele alcance um relativo estado de estabilidade (Siegler; Crowley, 1991). Dessa forma, o método microgenético se interessa não somente pelos resultados da mudança, mas em entender a emergência e variabilidade do fenômeno ao longo do processo. Por conseguinte, a análise integral do processo de mudança possibilita identificar os mecanismos e estratégias da transição (Siegler; Crowley, 1991).

Por último, como terceira propriedade do método microgenético, Siegler e Crowley (1991) apontam que a observação do fenômeno deve ser sujeita a uma intensa análise, a fim de entender os aspectos relacionados à mudança tanto quantitativamente, quanto qualitativamente. Ao estar atento às transformações nesses dois âmbitos da mudança, quantitativo e qualitativo, a análise poderá facilitar a compreensão sobre como cada fonte de mudança contribui no processo de transformação e quando ela mais contribui (Siegler; Crowley, 1991). À vista disso, o método microgenético oportuniza descrições específicas de mudanças singulares.

Em suma, a abordagem microgenética é usada para estudar processos de mudança momento-a-momento em um período curto de tempo (Lavelli *et al.*, 2005), isto é, observar o “como” os elementos interagem e regulam-se dinamicamente no transcorrer do tempo no “aqui-e-agora” (Silva, 2014). Para além de um fundamento teórico, a microgênese também se configura como um tipo de método e análise científica, chamada de análise microgenética. Granott e Parziale (2002) defendem que a análise microgenética possibilita uma compreensão detalhada dos processos de mudança e transição. Assim, em concordância com o objeto de investigação (o processo imaginativo do errar), faz-se indispensável o uso de um método analítico que privilegie a construção do processo, como é o caso da análise microgenética, em vez de um que enfoque em comparações de produtos fixos e finalizados.

2.2.2 Análise Microgenética Histórico-Relacional

Os estudos microgenéticos se apresentam de diversas formas: eles podem abranger uma variedade de tópicos, grupos etários e estratégias de construção de registros, podendo se interessar por investigações individuais ou coletivas e com diferentes tipos de duração (Chinn; Sherin, 2018). Devido a flexibilidade do método microanalítico para investigar uma diversidade de fenômenos desenvolvimentais e a relevância e especificidade de informações construídas por meio desse método (Chinn; Sherin, 2018; Siegler, 2002; Siegler; Crowley, 1991), Chinn e Sherin (2018) e Góes (2000) comentam que a análise microgenética se disseminou por diversas correntes teóricas. Em linhas gerais, no entanto, a análise microgenética pode ser compreendida como “aquela que envolve o acompanhamento minucioso da formação de um processo, detalhando as ações dos sujeitos e as relações interpessoais, dentro de um curto espaço de tempo” (Góes, 2000, p. 14). Nesse sentido, a análise microgenética é uma forma de construção de informações que privilegia a atenção aos detalhes do processo de mudança de um indivíduo ou grupos no seu contexto. Configura-se, então, como uma ferramenta metodológica e analítica importante para construir modelos teóricos sobre processos mudanças (Siegler, 2002).

Dentre as vertentes de análise microgenética, destacamos a histórico-relacional por buscar estudar o processo de mudança desenvolvimental nas relações interpessoais, reconhecendo a co-construção do fenômeno ao longo do tempo (Fogel; Garvey; Hsu; West-Stroming, 2006). Essa abordagem foi proposta por Fogel, Garvey, Hsu e West-Stroming (2006), Fogel e Garvey (2007) e Garvey e Fogel (2008), em decorrência de suas pesquisas com díades mãe-bebê, no qual descrevem detalhadamente os movimentos histórico-relacionais de estabilidade e mudança na comunicação mãe-bebê. Embora este modelo tenha sido construído a partir da análise microgenética em um contexto específico de interação comunicacional entre a mãe e seu bebê, os autores propõem que essa abordagem pode ser aplicada nos mais variados tipos de relação (Fogel *et al.*, 2006).

A análise microgenética histórico-relacional tem como premissas (a) o desenvolvimento da relação com um outro, e não o indivíduo em si, como a unidade de análise, ou seja, o desenvolvimento é entendido como um fenômeno co-emergente e co-construído; (b) a necessidade de observar o processo antes, durante e depois das mudanças detectadas para poder entender as transições desenvolvimentais; e (c) a compreensão de desenvolvimento como um processo histórico e holístico, em outras palavras, a mudança emerge de, mas não é determinada por, eventos do passado, diferentemente de uma concepção de causalidade (Fogel *et al.*, 2006).

Nesse sentido, a abordagem histórico-relacional entende o processo de mudança como um fenômeno mediado pelo ambiente cultural e social em que a pessoa está inserida, sendo assim, necessária uma visão relacional, histórica e sistêmica (Fogel *et al.*, 2006).

Alinhada com a proposta da psicologia sociocultural, a análise histórico-relacional entende que o desenvolvimento do indivíduo está inerentemente relacionado ao seu meio sócio-cultural, em composição mútua. Por isso, em um fenômeno desenvolvimental, é importante observar a relação de troca, e não somente focar no indivíduo. Apesar de únicas, para Fogel e colaboradores (2006) as trocas nas relações interpessoais apresentam padrões recorrentes de comunicação. Por exemplo, um casal pode apresentar um certo tipo de comunicação durante a época do namoro, e outro padrão de comunicação durante o casamento. Fogel e colaboradores (2006) nomeiam esse tipo de comunicação de *frames*. Segundo os autores, *frames* seriam “segmentos de coação que têm um tema coerente, que ocorrem em um local específico (no espaço ou no tempo) e que envolvem formas particulares de coorientação mútua entre os participantes” (Fogel *et al.*, 2006, p. 49, **tradução nossa**). Em outras palavras, o padrão interacional aconteceria quando uma dupla ou grupo está partilhando significados e metas no curso de sua comunicação, corrigulando-se (Fogel *et al.*, 2006). Concomitantemente, cada vez que o *frame* se expressa, ele é reconstituído dinamicamente na relação. Dessa forma, Fogel e colaboradores defendem que para observar o processo de mudança, é preciso entender primeiramente padrões existentes nos *frames* e as decorrentes inovações nesses padrões.

Segundo a perspectiva da análise histórico-relacional, o processo de mudança ocorre por meio de uma sequência histórica de padrões comunicacionais, os *frames* (Fogel *et al.*, 2006). Essa sequência é descrita pelos autores da seguinte forma: ao observar um fenômeno desenvolvimental, à princípio será percebido um **frame histórico**, isto é, o padrão que está estabelecido na relação interpessoal no início da análise do fenômeno. Conforme se acompanha o desenvolvimento, o *frame* histórico transita dinamicamente com um padrão de comunicação um pouco diferente, o **frame ponte**. Em outras palavras, é observado tanto ações características do *frame* histórico quanto do *frame* ponte. Ressalta-se que o *frame* ponte é similar ao *frame* histórico, mantendo algumas de suas características, mas também antecede particularidades inovacionais de um novo padrão de comunicação. À medida que as variações do *frame* ponte são apropriadas na relação observada, o *frame* histórico tende a desaparecer, e o *frame* ponte se relaciona com um novo padrão comunicacional, o **frame emergente**. Essa transição entre o *frame* ponte e o *frame* emergente facilita que novas ações se estabeleçam na relação. Após mais

um período de apropriação, o *frame* emergente se torna o novo padrão comunicacional da relação. Dessa forma, nota-se que (i) o *frame* ponte é um padrão temporário que auxilia na transição desenvolvimental entre o *frame* histórico e o *frame* emergente; e (ii) esse processo acontece de maneira contínua, no qual o *frame* emergente se torna o novo *frame* histórico no desenrolar do processo desenvolvimental. A sequência do processo de mudança pode ser representada da seguinte forma:



A fim de ilustrar essa dinâmica do processo de mudança exposta acima, detalharemos o exemplo de um casal hipotético, Maria e José. No início da relação de namoro, Maria e José conversam sobre eventos que já aconteceram com eles, seus gostos atuais e quais suas visões sobre determinados assuntos. Esse tipo de dinâmica inicial é percebida como *frame* histórico. Aos poucos, o casal comenta sobre sonhos em conjunto e quais metas cada um gostaria de alcançar. Após alguns meses de namoro, José pede Maria em noivado e eles começam a planejar seu casamento. Em seus encontros de casal, José e Maria permanecem conversando sobre seus gostos e visões sobre eventos cotidianos, contudo conversam também sobre algumas novidades, como qual seria a data do casamento, onde pretendem morar, como ficará a rotina deles e metas em conjunto. Esse novo tipo de padrão comunicacional, o *frame* ponte, apresenta características semelhantes ao *frame* histórico, mas introduz inovações à relação. É percebido, então, que o casal está em um período de transição, do namoro ao noivado, apresentando tanto o *frame* histórico como o *frame* ponte. No período próximo ao casamento, além das conversas que acontecem no noivado, como o planejamento da festa de casamento (*frame* ponte), novos tipos de conversa são introduzidas, por exemplo, quem vai realizar uma determinada tarefa doméstica ou onde vão passar as festas de final de ano (*frame* emergente). Esse entrelace entre os *frames* durante o período de transição permite que a mudança aconteça gradualmente, até que o *frame* emergente se estabeleça como novo padrão comunicacional estável.

Durante a sequência desenvolvimental dos *frames*, Fogel e colaboradores perceberam que a mudança se dá em três diferentes níveis (Fogel *et al.*, 2006). Esses três diferentes níveis de mudança dizem respeito tanto a ações que dão variabilidade a um padrão comunicacional, visto que nenhuma interação é exatamente igual a outra, como são ações que promovem mudanças desenvolvimentais nos padrões de comunicação. Os níveis são descritos abaixo:

- I. O nível inicial se refere às ações de co-relação já presente nas interações interpessoais no momento da análise, isto é, no *frame* histórico. Nele acontecem oscilações rápidas de uma ação, mas que não alteram o padrão co-relacional, ou seja, ações que variam de forma regular, porém dentro de certos limites que não modificam a configuração geral do fenômeno (Silva, 2014). Dessa forma percebe-se que os padrões possuem certa estabilidade dinâmica (Fogel *et al.*, 2006). Essa mudança regular na ação de um padrão é denominada de **variabilidade ordinária**. Dessa forma, se Maria inicia a conversa ou não, ou se José fala mais em um encontro e no outro é mais reservado, são ações que dão variabilidade ao relacionamento, mas que não o alteram.
- II. Já no segundo nível de mudança, nomeado de **inovação**, são identificadas ações que apontam para uma nova organização do sistema. Isto porque as ações nesse nível aparecem destoantes das demais variações ordinárias em um determinado *frame*. Esta oscilação apresenta um carácter de inovação em relação às ações do nível inicial, mas que também não o altera padrão co-relacional (Fogel *et al.*, 2006). No exemplo de José e Maria, a conversa que eles desenvolvem sobre planos e sonhos para o futuro durante o namoro são diferentes das conversas típicas que eles tinham sobre seus gostos e opiniões atuais, mas não descaracterizam a fase do namoro.
- III. Algumas inovações podem ser amplificadas em determinadas circunstâncias, desenvolvendo um novo padrão de ações, tornando-se, então, uma mudança de terceiro nível. A mudança do terceiro nível chama-se de **mudança emergente**, esta provoca uma reorganização da natureza mais duradoura do padrão de funcionamento, gerando, então, um novo padrão qualitativamente diferente do anterior (Silva, 2014). No caso apresentado, quando José pergunta se Maria quer casar com ele, esta se configura como uma ação que promove uma mudança mais duradoura no relacionamento.

Sumarizando, Fogel e colaboradores (2006) sugerem que o desenvolvimento é um processo que ocorre pela transição em uma sequência histórica de padrões de comunicação interacional (os *frames*), e que a mudança nesses padrões se dá de maneira gradual em níveis. São descritos três níveis de mudança: a partir do nível inicial de mudança (variabilidade ordinária), onde ocorrem variabilidades no fenômeno, para o segundo nível (inovação), onde são percebidas inovações, e, por fim, para o terceiro nível (mudança emergente), no qual as inovações modificam os padrões desenvolvimentais. Isto é, na passagem do *frame* histórico para o *frame* ponte, por exemplo, o padrão de comunicação histórico irá sofrer variações e inovações (nível 1 e nível 2 de mudança), até que uma dessas inovações modificará

substancialmente o padrão comunicacional, ou seja, uma mudança emergente (nível 3 de mudança), acarretando na transformação para o *frame* ponte. Semelhante a isso, é a passagem do *frame* ponte para o *frame* emergente, na qual o *frame* ponte passa por mudanças de nível 1, 2 e 3, tornando-se o *frame* emergente. Nota-se, portanto, uma continuidade entre os níveis de mudança, o que define o carácter histórico da abordagem microgenética escolhida.

Apesar de histórica, observando como a mudança ocorre ao longo do tempo, na análise histórico-relacional entende-se que tanto eventos passados como eventos que possam vir a acontecer não podem influenciar diretamente o que acontece no aqui-e-agora e, conseqüentemente, no processo de mudança (Silva, 2014). A condição para que essas diferentes esferas temporais influenciem a mudança é se estiverem presentificadas por artefatos (documentos, livros, prédios), práticas culturais ou padrões de funcionamento individual (como funcionamento cognitivo e emocional). Assim, passado e futuro presentificados por algum instrumento ou processo servem como reguladores do funcionamento do indivíduo (Silva, 2014). Argumenta-se neste trabalho que o processo imaginativo é um desses reguladores de funcionamento do indivíduo, mediando o processo de mudança, pois presentifica tanto experiências passadas, como desejos, expectativas e alternativas futuras. Por exemplo, ao realizar uma situação-problema de matemática, um estudante pode adiantar que, se seguir a resolução por um determinado caminho, é possível que erre a questão e tire uma nota baixa na prova. Assim, o imaginar do errar, presentificado no aqui-e-agora, pode auxiliar o estudante a tomar decisões diferentes quanto à resolução do problema. Portanto, a imaginação configura-se como uma importante ferramenta no processo de mudança.

O método microgenético tem sido considerado um importante aliado para investigar processos educacionais (Góes, 2000). Siegler e Crowley (1991) apontam que este método tem se mostrado particularmente eficaz para investigar interações entre professores e aprendizes, ou mesmo em grupos de estudantes interagindo entre si e adquirindo novas competências. Isso porque o método microgenético potencializa descrições de nuances do processo de aprendizagem a partir das observações da mudança na interação interpessoal (Siegler; Crowley, 1991).

A exemplo de estudos microgenéticos na educação, Siegler (2002) faz uma exposição de alguns estudos que buscaram entender como a auto-explicação auxilia estudantes em exercícios de matemática. Dentre eles, o autor cita o trabalho que ele estava desenvolvendo, no qual buscou-se entender como a auto-explicação sobre um procedimento errado no exercício de matemática atua em um grupo de estudantes. Para isso, foram divididos três grupos de crianças do terceiro e quarto anos do Ensino Fundamental e pedido que resolvessem alguns

tipos diferentes de questões de adição em sessões ao longo de onze semanas. Após cada resolução, o primeiro grupo deveria explicar sua própria resposta, já o segundo grupo deveria explicar como resolver corretamente o exercício. Para o terceiro grupo, além de ser pedido para explicar como resolver corretamente o exercício, o pesquisador comentava que um outro estudante resolveu a questão de uma forma diferente e incorreta, e pedia para que o estudante do terceiro grupo explicasse porque o procedimento estava errado. Siegler (2002) comenta que observou que os participantes do terceiro grupo aumentaram o uso de estratégias mais avançadas na resolução de problemas, tanto em relação às primeiras sessões quanto comparativamente em relação aos outros dois grupos. Além disso, os estudantes do terceiro grupo faziam uso de soluções mais avançadas mais cedo do que os outros grupos. A partir de suas observações microgenéticas às sessões, Siegler (2002) argumenta que enquanto explicar como resolver corretamente o exercício (no caso do segundo e terceiro grupo) ajudava aos estudantes a entender como gerar uma resposta correta, explicar sobre porque uma resposta estava incorreta (terceiro grupo) auxiliou os estudantes a descartar métodos que levavam a resposta errada. Dessa forma, a análise microgenética permitiu entender de que maneira explicar procedimentos errados pode auxiliar estudantes a melhorar seu desempenho em resolução de problemas de adição.

Tendo em vista o potencial da análise microgenética para a investigar e iluminar de maneira minuciosa os processos em desenvolvimento, entendemos que esta abordagem pode promover uma compreensão mais precisa e detalhada do imaginar o errar na resolução de problemas matemáticos. Assim, este estudo se configura como uma aproximação entre os estudos histórico-culturais da imaginação e a base teórica-metodológica e analítica histórico-relacional da análise microgenética, a fim de investigar o processo de errar no contexto da educação matemática. A seguir nos deteremos exatamente sobre este cenário relativo ao erro e à Psicologia da Educação Matemática.

2.3 DO ERRO AO ERRAR: UMA VISÃO DE PROCESSO

“Quando errar não é uma opção, não existe aprendizado, criatividade ou inovação” (Brown, 2016, p. 16).

Esta seção apresentará reflexões conceituais, teóricas e históricas sobre a temática do erro em três subtópicos. O primeiro deles abordará compreensões conceituais do erro em cenário escolar sob as perspectivas do modelo tradicional, da abordagem construtivista e da

abordagem sócio-histórica, transicionando de uma compreensão estática do erro, isto é, o erro como um resultado final após o processo de resolução de problemas, para propormos uma visão processual de errar, como um saber em construção durante todo o processo de resolução. Em seguida, abordaremos especificamente a temática do erro no contexto da educação matemática, trazendo um apanhado histórico que fundamentou as pesquisas sobre o errar em matemática. E, por fim, localizaremos a discussão desta dissertação sobre o errar na área da Psicologia da Educação Matemática, retomando a ponte para explorarmos o processo psicológico da imaginação como via para exploração do errar durante a resolução de problemas matemáticos.

2.3.1 Considerações conceituais sobre o erro

O erro não é um objeto novo para a investigação científica (Gris; Palombarini; Carmo, 2019; Radatz, 1980). Todavia, Heinze, Ufer, Rach e Reiss (2012) afirmam que é desafiador definir o erro cientificamente, devido a sua variedade de usos e significados. Os autores acima citam, como exemplos, as possibilidades de interpretar o erro como um lapso que pode ser causado pela falta de atenção ou uma falha devido a uma má-compreensão. De modo similar, Carmo e Crescenti (2023) comentam outros três significados sobre o erro: (i) desvio de alguma orientação prévia, (ii) equívoco em algum procedimento, ou (iii) ações sem finalidade. Percebe-se, então, uma grande variedade de sentidos ao se trabalhar com o erro. De maneira geral, entretanto, o erro é descrito nos estudos como um desvio da norma, ação que está em desacordo com um determinado objetivo e parâmetro buscado (Gris; Palombarini; Carmo, 2019; Heinze *et al.*, 2012; Nogaro; Granella, 2004).

Em cenário escolar, o erro ocorre quando “um aluno, em uma prova ou prática, manifesta não ter adquirido determinado conhecimento ou habilidade através de uma conduta que não condiz com o padrão existente” (Nogaro; Granella, 2004, p. 35). Nesse sentido, nota-se que a definição de erro para a educação escolar parte da comparação entre o desempenho apresentado pelo estudante em alguma avaliação e um critério pré-estabelecido. Carmo e Crescenti (2023) acrescentam que o significado do erro nas situações formais de ensino e aprendizagem é tipicamente centrado no produto final, sendo este elemento utilizado para ser comparado em relação ao parâmetro esperado. Caso o produto final coincida ou seja compatível com os parâmetros estabelecidos, a resposta é considerada correta; caso não, errada. A título de exemplo, caso uma avaliação matemática solicite do estudante o resultado da conta “ 3×2 ” (três multiplicado por dois) e este responde 5, a resposta à questão seria considerada errada, já que o valor informado no resultado está discordante do valor esperado, que pela tabuada seria 6.

Assim, tanto as definições de acerto quanto de erro são constitutivamente relacionadas a um parâmetro esperado, neste caso, a tabuada.

Para além de uma definição conceitual, como a acima apresentada, a construção histórica de ideias em torno do erro passou por diferentes perspectivas teórico-epistemológica e, conseqüentemente, distintas posturas pedagógicas. Metcalfe (2017) observou que teorias iniciais na área da aprendizagem, como as de Skinner e Ausubel, opunham-se ao erro, considerando-o como algo a ser evitado ou omitido. Caso não o fosse, o erro poderia aderir a memória e aumentar sua probabilidade de recorrência. Essa concepção está firmada em uma visão polarizada sobre o que é o erro e acerto, na qual são concebidos como mutuamente excludentes. Conseqüentemente, a dicotomia entre o erro e o acerto favorece a perspectiva psicométrica de avaliação, na qual é creditado os valores da imparcialidade e precisão para os exames e provas que mensuram o conhecimento (Vaz, 2022). O princípio por trás dessas avaliações é que estas possuem uma única solução, principalmente quando se tratam de problemas de matemática, qualquer resposta diferente da prevista é considerada como erro (Vaz, 2022), sendo desconsideradas e não pontuadas. Assim, enquanto o acerto nas avaliações representa o sucesso, o erro é tradicionalmente associado ao fracasso do estudante e a falta de conhecimento formal (Carraher; Carraher; Schliemann, 1982; Gris *et al.*, 2019; Salsa, 2017; Spinillo; Pacheco; Gomes; Cavalcanti, 2014; Pinto, 2000).

Esta visão de erro está mais voltada a uma educação mais diretiva, costumeiramente denominada de abordagem tradicional (Carmo; Crescenti, 2023) ou modelo normativo (Charnay, 1996). O ensino na abordagem tradicional é tido como sinônimo de transmissão de um conhecimento já finalizado (Charnay, 1996), sendo o papel do professor apresentar as informações. Portanto, o professor é visto como o detentor do saber (Correia, 2010). Em contrapartida, a aprendizagem é baseada na memorização e reprodução pelos estudantes do conhecimento transmitido pelo docente (Sibila, 2012). Devido a isso, a responsabilidade dos equívocos em avaliações é atribuída ao próprio estudante, já que este não foi capaz de reproduzir o que lhe foi passado (Carmo; Crescenti, 2023). A fim de retificar o erro dos estudantes, Spinillo e colaboradores (2014) apontam que a ação pedagógica mais utilizada nesta abordagem frente ao erro é a correção, isto é, a substituição de um procedimento inadequado por outro considerado apropriado. Esta correção, contudo, enfatiza o produto final em detrimento ao processo de resolução dos estudantes e a compreensão do que ocasionou o erro. Nesse sentido, o processo avaliativo é concluído no momento em que o erro é constatado e substituído, assumindo apenas o carácter de verificação (Tanus; Darsie, 2012). Voltando-se para o exemplo no começo da seção, ao perceber que o estudante respondeu 5 para a questão

apresentada (3 multiplicado por 2), o professor identificaria o erro na resposta “5” e indicaria a resposta correta ao lado, “6”.

Em vista do um modelo mais tradicional de ensino, apontaremos algumas concepções mais comuns em torno do erro. Spinillo, Pacheco, Gomes e Cavalcanti (2014) retratam esta visão como (1) “**erro como algo a ser corrigido**”. Posteriormente, Carmo e Crescenti (2023) expandem a representação de Spinillo e colaboradores, e elencam mais quatro ideias comuns em torno do erro na perspectiva tradicional de ensino, levantando críticas a cada uma dessas concepções. Inicialmente, Carmo e Crescenti citam que o erro pode ser entendido como um (2) “**desempenho abaixo de um parâmetro estabelecido**”. Para esta ideia, os autores argumentam que considerar o desempenho do estudante de maneira isolada, prática recorrente na educação tradicional, fará com que percamos de vista as dimensões ambientais e históricas que atuaram para a produção do erro (Carmo; Crescenti 2023). Outra concepção é (3) “**o erro como não-aprendizagem**” (Carmo; Crescenti, 2023). O perigo associado a esta segunda concepção é a constatação, por meio de rótulos dados aos estudantes, que a presença de erros significa que o aprendiz é incapaz de aprender, não identificando possibilidade de mudança. Carmo e Crescenti continuam indicando (4) “**o erro como fracasso**”, que deve ser punido seja pela repreensão do professor e/ou com uma nota baixa, o que pode gerar inibição do estudante e sentimentos de fracasso. Por fim, uma quarta concepção identificada por Carmo e Crescenti (2023) refere-se ao erro quando é compreendido sob uma lógica de (5) “**tudo ou nada**”. Nesse sentido, quem aprendeu é aquele que apresenta um resultado perfeito, já a resposta divergente é desconsiderada, limitando as oportunidades de aprendizagem.

Enquanto que a perspectiva psicométrica de avaliação, apoiada pela abordagem tradicional, entende que a prova escolar indica aos professores o quanto seus alunos absorveram as informações passadas, a visão proposta por Piaget apresenta um caráter construtivista do conhecimento (Pinto, 2000). Isto é, tanto erro como acerto são necessários e fazem parte do processo de invenção e descoberta (Pinto, 2000). Nesta perspectiva psicogenética, o erro é considerado um elemento intrínseco ao processo de construção do conhecimento, revelando os limites e possibilidades do pensamento frente ao objeto de interesse em determinado momento (Spinillo *et al.*, 2014).

Queiroz, Dias, Chagas e Nepomoceno (2011) discutem como os conceitos da teoria de Piaget se relacionam ao erro. Esses autores explicam que o desenvolvimento cognitivo segundo a teoria piagetiana configura-se como o processo de passagem do desequilíbrio para o equilíbrio. Este processo é conhecido por equilíbrio, e é definido como “processo regulador o qual permite que novas experiências e elementos exteriores sejam, com sucesso, incorporados

às estruturas mentais e cognitivas pelas quais os indivíduos intelectualmente se adaptam e organizam o meio” (Queiroz; Dias; Chagas; Nepomoceno, 2011, p. 264). Nota-se, no entanto, que para o processo de equilibração ocorrer, e conseqüentemente o desenvolvimento cognitivo do indivíduo, pressupõe-se um conflito, um desequilíbrio. O elemento desencadeador deste conflito cognitivo pode ser o erro. Isso se dá porque durante a exploração ativa do estudante a novos conteúdos e atividades, é esperado inicialmente que este não domine o conhecimento necessário para atuar sobre a tarefa, apresentando erros. Logo, o erro é, para a teoria construtivista, um sinal que algum elemento ainda não foi acomodado, ou seja, não foi organizado de maneira lógica no esquema mental do indivíduo (Queiroz *et al.*, 2011), gerando o conflito cognitivo.

O erro como desencadeador do conflito dará início ao processo de equilibração, na qual o estudante buscará assimilar (integrar ao esquema mental) o conhecimento necessário para resolver satisfatoriamente a atividade (Queiroz *et al.*, 2011), demonstrando o processo dinâmico e construtivo entre o erro e o acerto. Assim, para que ocorra a passagem do desequilíbrio para o equilíbrio cognitivo, o erro funcionará na construção de conhecimento, “na medida em que se incentive e favoreça a reflexão sobre ele, como forma de se promover sua superação” (Queiroz *et al.*, 2011, p. 264). Dessa forma, analisando o que estava errado na tarefa, o indivíduo poderá reestruturar seu esquema mental sobre o conteúdo e voltar para um estado de equilíbrio, tendo avançado em seu conhecimento. Diante disso, compreendemos que uma concepção central do erro para a perspectiva construtivista seria entendê-lo como **(1) elemento constitutivo no processo de aprendizagem.**

Além disso, Spinillo e colaboradores (2014) resumem mais duas concepções sobre o erro sob o olhar da abordagem construtivista pelas máximas **(2) “erro como forma de conhecer o raciocínio dos alunos”** e **(3) “erro como ferramenta didática”**. A primeira dessas concepções alude à ideia que o erro se refere a um modo de raciocinar dos estudantes, já que o erro sugere estratégias, regras ou caminhos utilizados a fim de solucionar algum problema. No exemplo inicial desta seção em que foi pedido a resolução da conta 3×2 (três multiplicado por dois), podemos supor que o resultado informado foi obtido a partir de uma operação de adição 3 somado a 2 , com solução 5 . Se esse for o caso, o professor identificará uma dificuldade do estudante na diferenciação das operações de adição e multiplicação, e não no cálculo. Assim, podemos entender que o erro tem uma lógica própria, que pode nos auxiliar a entender as principais dificuldades do estudante (Radatz, 1980; Spinillo *et al.*, 2014).

Compreendendo a dificuldade do estudante, então, pode-se propor estratégias e intervenções para promover a construção adequada do conhecimento, a fim de transformar o

erro em algo produtivo (Spinillo *et al.*, 2014). Isto é, utilizar o “erro como ferramenta didática”, como propõe a terceira concepção. Para isso, Spinillo e colaboradores (2014) recomendam inserir o erro no planejamento e nas dinâmicas de sala de aula.

Como o erro é um modo criativo de responder a uma demanda (Paixão, 2020), apresentando um sentido na construção do pensamento do estudante, Correia (2010) afirma que, em geral, o erro permanece oculto ao estudante até que alguém o indique. Logo, torna-se papel do professor tornar o erro observável (Correia, 2010) para que o estudante possa atuar nele, em seu processo singular de equilibração. Nesse sentido, a postura docente em sala de aula deve permitir não somente identificar e corrigir os erros, mas promover atividades que permitam ao estudante refletir e analisar os erros que apresentou em uma situação didática, a fim de que possa gerar mudanças na forma de pensar do aprendiz (Spinillo *et al.*, 2014). Então, ao atuar sobre o erro em sala de aula, docentes e discentes podem estar atentos para as fontes geradoras de erros, como carência de pré-requisitos para embasar o novo conteúdo, informações e conceitos inadequados, linguagem distante da realidade social do aprendiz (Carmo; Crescenti, 2023), e assim promover ações didáticas específicas para responder a cada uma dessas circunstâncias.

Outra proposta predominante na literatura acerca do papel do erro no cenário escolar vem da perspectiva sócio-histórica. Essa perspectiva apresenta alguns pontos de convergência com a proposta construtivista, tal como entender o erro como parte do processo de ensino e aprendizagem e reconhecer o benefício do seu uso em sala de aula para reflexão e aprofundamento do conteúdo (Vaz, 2022). Para além disso, a proposta sócio-histórica se propõe a ser uma análise com ênfase na colaboração com um outro, seja este o professor ou um colega de turma, reconhecendo a interação do indivíduo com seu meio educacional e a mediação das ferramentas culturais, incluindo a linguagem (Vygotsky, 1991).

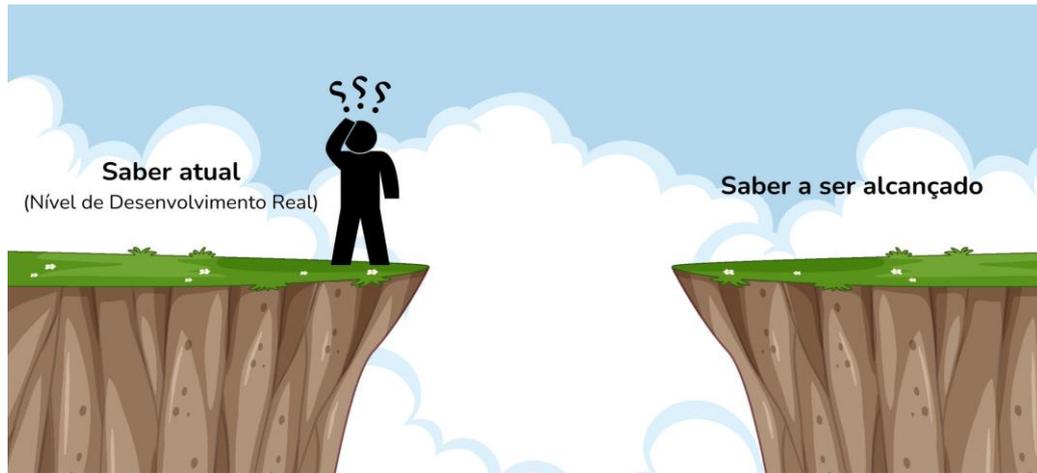
Vaz (2022) se baseia em uma perspectiva vygotskyana, principal referência sócio-histórica, para fazer uma reflexão sobre o que é o erro, compreendendo-o como um “saber em construção”. A retomada aos princípios de Lev Vygotsky se dá pelo conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), definida por um intervalo entre os problemas que um indivíduo pode solucionar de maneira independente e àqueles em que este mesmo indivíduo consegue solucionar a partir da orientação ou colaboração de outro mais capaz (Vygotsky, 1991). Para explicitar a relação entre o conceito de ZDP e a compreensão do erro como um saber em construção, podemos imaginar, em um primeiro momento, que um estudante fosse solucionar um problema no qual ainda não tem domínio do assunto de maneira individual, por isso é possível que a resolução apresentasse erros. Contudo, a colaboração com um outro

permite que o indivíduo co-construa, por meio dessa mediação, as ferramentas necessárias para atuar sobre o problema; ferramentas estas que promoverão a resolução autônoma posteriormente. Assim, à medida que o indivíduo passa a solucionar de maneira independente o problema que antes precisava de auxílio, são apresentados novos problemas nos quais o estudante precisará se apoiar na interação com um outro mais capaz (Vygotsky, 1991), pois caso o realizasse só, não teria ainda as ferramentas necessárias para acertar. Nesse sentido, a ZDP permite observar o processo de desenvolvimento em movimento e expansão. Sob esse olhar, o erro pode ser visto de maneira processual, no qual a resposta errada é parte do caminho sendo construído para o acerto, em relação dialética.

Detalhando mais sobre a Zona de Desenvolvimento Proximal na obra “A formação social da mente”, Vygotsky (1991) elabora os conceitos de Nível de Desenvolvimento Real e o Nível de Desenvolvimento Potencial. O primeiro destes conceitos se configura como a situação desenvolvimental na qual as funções mentais do indivíduo “se estabeleceram como resultado de certos ciclos de desenvolvimento já completados” (Vygotsky, 1991, p. 57), “funções que já amadureceram” (Vygotsky, 1991, p.58). Já o Nível de Desenvolvimento Potencial se refere ao que o indivíduo consegue fazer em interação com outro. Dessa forma, a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) pode ser resumida como a distância entre o Nível de Desenvolvimento Real e o Nível de Desenvolvimento Potencial (Vygotsky 1991). Reforça-se que a ZDP está em constante reelaboração conforme o nível de desenvolvimento potencial se transforma no nível de desenvolvimento real, isto é, o que antes não era sabido por si só ou o que ocasionaria em erro caso fosse realizado de maneira isolada, é co-construído em mediação com um outro.

Com base nesses conceitos, ilustraremos esses conceitos para melhor compreensão. Como mencionado acima, o erro pode ser observado quando um indivíduo se propõe a resolver um problema individualmente, cujo desafio está acima de suas habilidades atuais, pois ainda não possui as ferramentas necessárias para compreendê-lo ou resolvê-lo (ver Figura 2). Em outras palavras, quando o estudante, no momento inicial do processo de aprendizagem, busca resolver um problema com base no Nível de Desenvolvimento Real, é possível que apresente respostas incorretas em relação ao parâmetro esperado. Sendo assim, caso uma foto fosse tirada no momento inicial da proposição do problema, o estudante erraria o problema proposto, “caindo do precipício”. Este momento, contudo, é somente parte do processo de aprendizagem, e não seu destino final.

Figura 2 Proposição de um problema



Fonte: A autora (2024)

Por meio da mediação de recursos socioculturais (seja a interação com docente, um outro estudante, uma vídeo-aula ou o livro didático), o estudante co-constrói na Zona de Desenvolvimento Proximal o conhecimento necessário para resolver o problema, entendendo o que errou (ou erraria) e o que é necessário para acertar (ver Figura 3). Pontua-se que o conhecimento necessário para acertar, ou seja, o Nível de Desenvolvimento Potencial que pode ser alcançado por meio da mediação, é o que dá o sentido à construção do conhecimento. Dito de outra forma, na ZPD ocorre a interação constante do que o indivíduo sabe em um determinado momento e o que ele pode alcançar por meio da mediação. Logo, durante a construção do conhecimento, o possível erro (o conhecimento limitado até aquele momento) vai sendo transformado em interação com o conhecimento necessário para o acerto. Na ilustração, a mediação são as toras que compõe a ponte, possibilitando que o estudante chegue ao conhecimento necessário para resolver o problema de maneira acertada. É a ponte formada pelo conjunto de toras que permite o conhecimento atual alcançar o saber necessário para resolução.

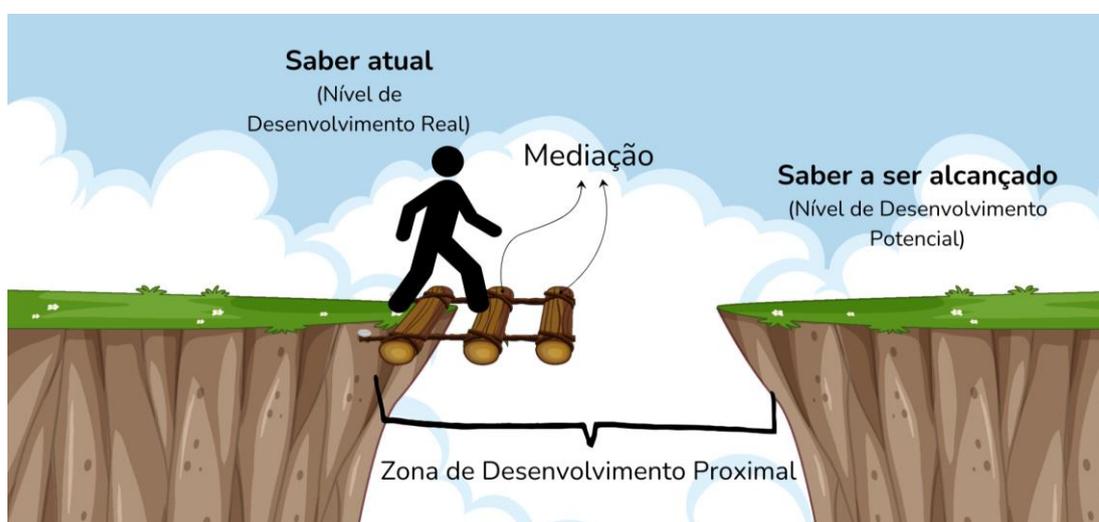
Figura 3 Zona de Desenvolvimento Proximal em construção



Fonte: A autora (2024)

No entanto, se outra foto fosse tirada ainda durante o caminhar do indivíduo na Zona de Desenvolvimento Proximal, nesta imagem apresentaria o indivíduo errando novamente (tendo a possibilidade de cair no precipício), visto que o percurso ainda não foi totalmente atravessado e a ponte não está completa (ver Figura 4). Apesar disso, o erro do indivíduo nesta terceira foto poderia se apresentar de maneira diferente do erro antes do processo de mediação (Figura 2), devido aos ganhos durante o processo de construção do conhecimento. Nesse sentido, percebe-se que o Nível de Desenvolvimento Real e a Zona de Desenvolvimento Proximal estão em movimento e reelaboração. Em outras palavras, a distância para o saber a ser alcançado está menor, pois alguns recursos (parte da ponte) já foram construídos. O que o sujeito sabia inicialmente já é diferente do que ele sabe no segundo momento, então, a distância atualizada para alcançar o Nível de Desenvolvimento Proximal se torna menor.

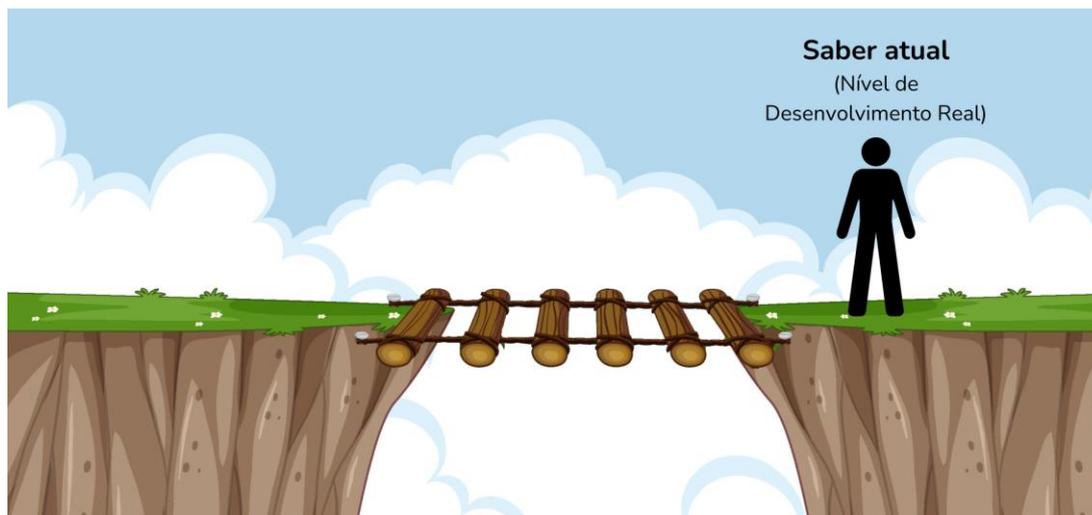
Figura 4 Foto durante o caminhar na Zona de Desenvolvimento Proximal



Fonte: A autora (2024)

Ao final da “travessia” na Zona de Desenvolvimento Proximal, o indivíduo modificou o conhecimento que possuía de tal forma que o Nível de Desenvolvimento Potencial se tornou o Nível de Desenvolvimento Real (Figura 5). Uma quarta foto neste momento ilustraria o acerto do indivíduo na resolução do problema. Essa foto, contudo, pouco diz sobre o processo de construção do conhecimento que esse indivíduo passou. Pontua-se que a foto, figurativamente, poderia representar uma avaliação objetiva do estudante, como provas de marcar uma alternativa, ou em correções de atividades que observassem somente o resultado final.

Figura 5 Nível de Desenvolvimento Real Atualizado



Fonte: A autora (2024)

A partir do trajeto descrito, podemos entender que os erros que seriam observados durante a resolução do problema (na Figura 2 e Figura 4), na verdade, são parte do processo de desenvolvimento do conhecimento, o “saber em construção” que Vaz (2022) menciona.

Vygotsky questiona a utilização de testes individuais e objetivos como a única forma para a determinação do desenvolvimento mental da criança. Em suas palavras, os pensadores até então “nunca consideraram a noção de que aquilo que a criança consegue fazer com ajuda dos outros poderia ser, de alguma maneira, muito mais indicativo de seu desenvolvimento mental do que aquilo que consegue fazer sozinha.” (Vygotsky, 1991, p. 57). Nesse sentido, o autor privilegia o processo de construção conjunta, entendendo que o desenvolvimento não é um estágio a ser verificado, mas um constante movimento interacional com o contexto sociocultural. Dessa maneira, enquanto testes individuais, interessados somente na resposta final obtém informações sobre o Nível de Desenvolvimento Real, Vygotsky (1991) aponta a importância da ZDP para entender sobre as funções que estão em processo de transformação:

“A zona de desenvolvimento proximal provê psicólogos e educadores de um instrumento através do qual se pode entender o curso interno do desenvolvimento. Usando esse método podemos dar conta não somente dos ciclos e processos de maturação que já foram completados, como também daqueles processos que estão em estado de formação, ou seja, que estão apenas começando a amadurecer e a se desenvolver.” (Vygotsky, 1991, p.58)

Assim, a esse respeito, Vygotsky reitera que o desenvolvimento do indivíduo pode estar para além do que temos acesso em um primeiro momento, no que percebemos pelo seu desempenho sozinho (Nível de Desenvolvimento Real). Porém, ao considerar o processo de

mediação, o que veríamos como um erro do estudante, pode estar apontando para uma função em processo de transformação. Por esse motivo, Vaz (2022) refere-se a ZDP como uma zona de transição entre o ‘não saber’ e o saber. Portanto, passamos a perceber o processo de aprendizagem como uma dinâmica constante entre errar e acertar.

Ainda sob o enfoque sócio-histórico, o processo de errar perpassa não somente o indivíduo e suas habilidades, mas também o contexto no qual está inserido e os recursos que este dispõe. Desse modo, o contexto sociocultural não se faz presente apenas como o recurso mediador na ZDP, mas engloba todo o processo. Pontua-se que as condições nas quais o processo de errar aparece são atravessadas por fontes além da sala de aula, e envolve desde a base curricular, a estrutura escolar, a proposta pedagógica dos colégios, a formação de professores, até o ciclo familiar e social. Este enredamento das relações que compõem o contexto educacional pode tanto promover a aprendizagem e a superação da dificuldade, como também pode limitá-las (Carmo; Crescenti, 2023). Nesse sentido, a ocorrência do erro perpassa por uma pluralidade de fontes, sendo necessariamente situada historicamente. Pinto comenta que “diagnosticar o erro do aluno sem a devida contextualização, não levando em conta ‘quem erra’ e ‘por que’ erra, é desconhecer que os erros são produtos históricos.” (Pinto, 2000, p. 124).

Em suma, podemos destacar algumas concepções que norteiam a visão sobre o errar na abordagem sócio-histórica. Primeiramente, como acima detalhado, **(1) “o erro como saber em construção”**, sendo um movimento processual e interacional. Ademais, Carmo e Crescenti (2023), autores associados a análise do comportamento, indicam duas concepções de erro que parecem estar alinhadas com a perspectiva sócio-histórica, são elas: **(2) “o erro como sinal que algumas condições de ensino não foram garantidas”** e **(3) “o erro como produção coletiva ou social”**. A primeira destas duas concepções se refere ao entendimento que o erro está para além de uma responsabilidade centrada no aprendiz, sendo co-regulada por várias fontes, como a instituição escolar, a atividade avaliativa, os padrões nacionais estabelecidos, a construção do conhecimento, a didática do professor e os materiais de ensino (Carmo; Crescenti, 2023). Por isso, ao se investigar sobre o que pode estar ocasionando o erro, é preciso abarcar as dimensões cognitivas, afetivas, sociais e físicas da aprendizagem. A exemplo disso, a pobreza alimentícia pode estar relacionada ao mau desempenho escolar e o vocabulário do docente na troca comunicacional com os estudantes pode não estar sendo claro, dificultando o processo de ensino e aprendizagem.

A terceira concepção, o erro como produção coletiva ou social, dá seguimento aos princípios acima pontuados. Para Carmo e Crescenti (2023), nunca se erra sozinho, isoladamente, considerando que nosso modo de agir no mundo é um emaranhado de relações

contextuais de nossa sociedade. Esta concepção visa retirar do foco a culpa atribuída tanto ao estudante como ao professor e, desse modo, propor a corresponsabilidade destes com os demais agentes educacionais (pais, gestores, órgãos públicos responsáveis). Sendo assim, docentes e discentes são co-participantes do processo de aprendizagem. Neste tipo de relação, o professor deve colaborar como mediador no processo singular da aprendizagem do estudante, funcionando como um “*scaffolding*”. *Scaffolding*, como uma estratégia de ensino, é o termo utilizado para definir o suporte dado por um indivíduo que possui maior conhecimento de um determinado assunto ao aprendiz, a fim de facilitar o desenvolvimento deste (Van Der Stuyf, 2002). Van Der Stuyf (2002) comenta que o *scaffolding* é um modo de instrução temporário, sendo retirado conforme o discente for se apropriando do conhecimento almejado, pois visa a independência e autorregulação do aprendiz para resolver problemas. Isto é, o *scaffolding* atua na ZDP conforme as necessidades de mediação do estudante.

Nesta dissertação nos alinhamos a proposta sócio-histórica da compreensão do errar, por nos permitir compreender e discutir o erro como um processo histórico, social e interacional. Ademais, como um “saber em construção”, propomos utilizar o termo “errar” ao nos referirmos à função constitutiva e dinâmica do erro no pensamento do indivíduo durante a resolução de problemas, enfatizando-o como um processo que se desenrola ao longo do tempo, em contraposição a ideia do erro como um produto final equivocado de uma resolução.

Neste subtópico nos dedicamos a apresentar concepções sobre o erro sob as três perspectivas predominantes no cenário educacional: olhar do modelo tradicional, voltado para identificar e corrigir o erro na resposta final do estudante; a abordagem construtivista, abordando o erro como elemento disparador para o processo de aprendizagem, atuando também como ferramenta didática; e a abordagem sócio-histórica, a qual considera o errar como um saber em construção, mediado por recursos socioculturais durante todo o processo de resolução. Apesar dessa temática ser relevante em todos os processos de aprendizagem, ela ganha especial atenção no cenário da educação matemática, sendo foco de interesse de pesquisadores desde o início do século XX, como veremos a seguir.

2.3.2 O estudo do erro em matemática: Breve contexto histórico

O estudo sobre o erro tem, em especial, um campo fecundo na área da matemática (Radatz, 1980). O olhar para esse tema desponta das reflexões sobre a resolução de problemas matemáticos e se agrupam em investigações sobre a produção, interpretação e análise do erro (Cury, 2019; Gris; Palombarini; Carmos, 2019; Radatz, 1980). Em revisões de literatura sobre

os erros em matemática, Radatz (1980), Pinto (2000), Cury (2019), e Gris, Palombarini e Carmo (2019) apontam a diversidade de estudos que tratam sobre a produção e análise de erros nessa matéria.

Para Cury (2019) e Radatz (1980), a Análise do Erro é considerada tanto uma metodologia de pesquisa, quanto de ensino, oferecendo significativas contribuições em ambas as áreas. A exemplo disto, Radatz (1980) menciona que a pesquisa sobre o erro é uma estratégia promissora para elucidar questões fundamentais sobre o aprendizado de matemática, já no campo da prática escolar, o erro se configura como uma oportunidade de diagnosticar as dificuldades de aprendizado, um método para formular critérios para o ensino da matemática, além de uma ferramenta para proporcionar mais consciência e suporte sobre a performance individual dos estudantes.

Tendo em vista sua importância no cenário educacional, a Análise do Erro é uma vertente de pesquisa disseminada em diferentes países, sob o olhar de múltiplas perspectivas (Cury, 2019; Radatz, 1980). Essa diversidade teórica se dá, na opinião de Radatz (1980), pelas distintas políticas educacionais e estruturas escolares nos países em que são realizadas as pesquisas, além de interesses singulares dos grupos de pesquisa, ora de caráter mais pedagógico, ora com caráter psicológico. Apesar do pluralismo de abordagens e teorias, o autor alemão Radatz aponta para falta de trocas teóricas para além dos horizontes nacionais até aquele momento (Radatz, 1980). Assim, em seu artigo, Radatz consegue fazer um apanhado geral dos estudos realizados nos Estados Unidos, Alemanha e Rússia. Como tendência, os trabalhos nos Estados Unidos eram orientados pela corrente comportamentalista, enquanto que a Alemanha bebia de ideias da Psicologia Experimental, da Psicologia da Gestalt e a Psicanálise, e os estudos na Rússia estavam enraizados na mudança das estruturas escolares e a reforma curricular, apoiados nas ideias marxistas. Enquanto os estudos nos primeiros dois países são datados do início do século XX, os estudos russos, embora sendo desenvolvidos por volta da década de 1960, somente tornaram-se acessíveis no final da década de 1970 (Radatz, 1980). Resumidamente, na revisão dos estudos de Radatz, são descritos diferentes estudos que propunham tipos de classificação para o erro, baseado nas possíveis causas de ocorrência ou tendências de erros mais comuns na realização de questões matemáticas. Radatz (1980) percebe que a maioria dos estudos estavam voltados para observar o erro na área da aritmética.

Helena Cury (2019), uma das autoras brasileiras expoentes nesse assunto, faz um apanhado histórico retomando os principais precursores nos estudos sobre o erro em questões de matemática, que se remete, segundo a autora, ao período próximo ao estabelecimento da própria área da Educação Matemática. A pesquisadora brasileira aponta Edward Thorndike,

psicólogo norte-americano, como um dos precursores dos estudos sobre o erro, mesmo que suas concepções não tenham se perpetuado nos estudos seguintes (Cury, 2019). Inicialmente, em seus estudos com animais, Thorndike explica a lei do exercício e a lei do efeito (ou princípio do reforço) para poder fundamentar a ideia da necessidade de criação de hábitos de exercícios selecionados para ajudar na formação e reforço do aprendizado dos cálculos (Cury, 2019). Ao ser criticado pelos métodos com exercícios repetitivos, o autor e seus colaboradores investigaram as dificuldades com problemas de aritmética, ou seja, em que situações havia maior frequência dos erros e seus tipos, a exemplo de sua obra *The Psychology of Arithmetic* (Correia, 2010; Cury, 2019). Nesse sentido, o erro é entendido sob a lógica da evitação de sua ocorrência, sendo a repetição de exercícios o método utilizado para reforçar o caminho correto.

Jacques Hadamard, outro precursor dos estudos sobre o erro citado por Cury (2019), faz algumas considerações sobre os erros cometidos por matemáticos experientes em seu livro "An Essay on the Psychology of Invention in the Mathematical Field". Hadamard observou que os matemáticos, durante o desenvolvimento de seus trabalhos, cometeram muitos erros em seus cálculos e hipóteses, sendo estes percebidos e corrigidos. Contudo, em apresentação para seus estudantes, os matemáticos exibiam somente o produto final, sem apresentar as incertezas, dúvidas e erros em seus raciocínios. Assim, os professores procuravam “eliminar os erros, ao invés de aproveitá-los para entender suas dificuldades” (Cury, 2019, p. 27). Desta observação, Hadamard discute e reitera o papel da psicologia no estudo do processo criativo dos matemáticos, visto que a matemática vem de um processo de construção de conhecimento, nas quais as ferramentas são os processos psicológicos. Além disso, o que Hadamard parece querer ressaltar é que o processo de construção da própria matemática é um processo de idas e vindas, que perpassa pelo processo de errar, embora haja uma tradição científica e didática para não evidenciá-lo.

Prosseguindo entre os precursores apontados por Cury (2019), a autora refere-se ao psicólogo russo Vadim Krutetskii e sua obra “*The Psychology of Mathematical Abilities in Schoolchildren*”. Diferentemente da abordagem ocidental da utilização de testes e análises estatísticas, Krutetskii fez uso de metodologias variadas com estudantes, pais e professores, a fim de entender a estrutura e formação de habilidades matemáticas (Cury, 2019). Nesse sentido, o psicólogo russo enfatizou a análise do processo por meio da análise qualitativa das respostas dos estudantes, em detrimento ao produto final. Para isso, Krutetskii observava a resolução de problemas pelos estudantes, registrando “o pensamento em voz alta” (Cury, 2019). Dessa forma, a pesquisa de Krutetskii segue uma perspectiva mais processual, entendendo como se desenrola tanto o errar como o acertar no processo de construção de habilidades matemáticas.

Cury (2019) também cita Allen Newell e Herbert Simon como precursores do estudo da análise de erros. Esses pesquisadores, a partir da abordagem do processamento da informação, contribuíram para as pesquisas na área da Análise do Erro por meio do desenvolvimento da técnica de protocolos verbais (Cury, 2019). Por meio desta técnica, os autores registraram várias respostas dos participantes a fim de construir uma teoria da resolução humana de problemas. Uma das dificuldades não previstas para esta pesquisa foi que os estudantes, por vezes, chegavam a resultados a partir de erros cometidos. Logo, a teoria de resolução de problemas precisa levar em consideração a existência de erros e confusões na construção de soluções por indivíduos, o que Newell e Simon chamaram de “teoria interna” da resolução de problemas (Cury, 2019).

Cury (2019) continua sua descrição dos precursores com as considerações sobre Brousseau e Borasi. Para Brousseau, os erros não surgem devido à ignorância ou ao acaso, mas é fruto de um conhecimento anterior que se tornou inadaptado à situação presente, constituindo, dessa forma, um obstáculo (Cury, 2019). Já o trabalho de Borasi surge na reforma da matemática escolar nos Estados Unidos, na qual tenta ultrapassar a lógica da transmissão de conteúdo para a exploração ativa em sala de aula (Cury, 2019). Borasi destaca que “se a ênfase da avaliação dos estudantes se desloca do produto para o processo, há a possibilidade de que os erros cometidos venham a ser discutidos e possam ser fonte de novas aprendizagens” (Cury, 2019, p. 38). Os estudos precursores da linha de pesquisa da Análise de Erros influenciaram a tendência das pesquisas principalmente na década de 1970, sendo observado, inclusive, uma diminuição da frequência de erros no ensino fundamental nessa época (Pinto, 2000). Cury conclui afirmando que “as ideias desses precursores de análise de erros vêm sendo retomadas, aprofundadas, modificadas e iluminadas por novas teorias, de acordo com as concepções dos investigadores e os objetivos de suas pesquisas.” (Cury, 2019, p. 41).

Pinto (2000) também propõe uma varredura histórica do estudo sobre erros em matemática. Ao comentar sobre o cenário brasileiro, Pinto (2000) faz referência à pesquisa de Fiorentini, de 1994, no qual faz um estudo sobre o estado da arte da educação matemática no Brasil. Dentre as 204 dissertações e teses analisadas neste estudo, somente nove apresentaram discussões concernentes ao erro, problemas e dificuldades no processo de ensino e aprendizagem da matemática (Fiorentini, 1994). Estas nove obras se subdividiram em cinco que buscaram abordar as dificuldades cognitivas, linguísticas e conceituais dos estudantes, uma que investigou as raízes histórico-culturais do fracasso do ensino e da aprendizagem da matemática no Brasil, outra que se debruçou sobre a percepção docente sobre as dificuldades dos estudantes, uma procurou sobre os fatores psico-sociais das dificuldades e a última que

analisou de forma sistemática os erros cometidos pelos estudantes do 3º grau na aprendizagem da geometria plana (Fiorentini, 1994).

Pinto (2000) afirma que a literatura na área dos erros no processo de aprendizagem no Brasil se configurava, naquela época, de maneira ainda muito restrita. Pinto (2000) cita Luckesi sendo um dos nomes de destaque naquele momento para a discussão sobre a os sentidos do erro. Cipriano Luckesi, em seu texto “Prática Escolar: do erro como fonte de castigo ao erro como fonte de virtude” faz uma crítica a visão culposa do erro, que justificam práticas didáticas que promovem ansiedade, medo e tensão, e propõe uma percepção dinâmica, na qual o erro pode ser suporte para a autocompreensão e crescimento (Luckesi, 1990). Para Luckesi (1990), a reflexão sobre o erro pode subsequentemente possibilitar uma nova conduta, levando-o ao acerto.

Um dos marcos para o aumento da produção sobre erros na educação no Brasil foi a maior divulgação das obras de Piaget (Pinto, 2000), abordando, em concordância com a perspectiva do construtivismo, o valor do erro para a estruturação do conhecimento da criança. Segundo Pinto (2000), Macedo foi um desses autores, devido às suas obras “Ensaio Construtivistas”, de 1994, e “Cinco Estudos de Educação Moral”, de 1996.

Outro trabalho brasileiro influenciado pela ótica piagetiana é de Davis e Espósito, de 1990, o qual propõe um papel investigativo ao professor em sala de aula, a fim de identificar os erros do estudante para tornar o processo avaliativo mais produtivo, afastando-se da lógica do fracasso escolar (Pinto, 2000). Nessa mesma perspectiva, Pinto (2000) destaca ainda o trabalho de La Taille, de 1997, sobre a compreensão da perspectiva construtivista do erro.

Já sobre a produção de erros, Gris e colaboradores (2019) destacam que os estudos nesse campo têm se voltado primordialmente para identificar padrões de erros e as fontes de erros no contexto escolar. Os estudos sobre a identificação de padrões de erro de resolução permitem ajustar o plano de ensino para auxiliar estudantes a rever erros conceituais e de procedimentos (Gris; Palombarini; Carmo, 2019). Gris e colaboradores (2019) indicam estudos sobre a produção de padrões de erros desde a década de 1930. A exemplo disso, Gris, Palombarini e Carmos (2019) citam o estudo de Grossnickle de 1936 sobre análise de erros em atividades de divisão por meio de avaliações do 5º ao 8º ano, sendo agrupados em sete categorias: erros de combinação, erros resultantes do uso do resto, erros na presença do zero, erros de procedimentos falhos, erros por lapsos de atenção, erros causados ao “abaixar” números, erros por falhas ou hábitos questionáveis. Outro estudo elencando foi a classificação de erros produzida por Stefanich e Rokusek (1992), os quais entendem que os erros produzidos podem ser da ordem do descuido, aleatórios, sistemáticos ou por omissão.

Em relação ao estudo das fontes de erros, Carmo (2010) nota uma diversidade de fontes que poderiam explicar o erro, podendo ser tanto de origem biológica (algum transtorno ou déficit do estudante), quanto ambientais (falha no plano de ensino ou no modelo de ensino, postura pedagógica, falta de informação, má formulação de questões, entre outras). Apesar da multiplicidade de fontes de erros possíveis indicadas por Carmo (2010), na revisão sistemática de literatura feita por Gris e colaboradores (2019), de estudos encontrados de 2012 a 2017 sobre a produção de erros em matemática, apontam uma tendência dos artigos achados para responsabilizar os estudantes pelo erro, desconsiderando o cenário educacional que o estudante está inserido. Apesar disso, os autores tecem uma crítica à superficialidade interpretativa desses estudos, ao afirmar que “o desempenho atribuído como um erro comunica, na maioria das vezes, vários fatores que não apenas uma incapacidade do estudante.” (Gris; Palombarini; Carmo, 2019).

Um outro marco para o estudo dos erros em matemática, foi o estudo de Carraher, Carraher e Schliemann em 1982, que posteriormente compôs um dos estudos do livro “Na vida dez, na escola zero”, de reconhecimento nacional e internacional. Nesse primeiro estudo, os autores buscaram fazer uma análise comparativa entre o desempenho em testes formais e informais de matemática com crianças e adolescentes da 5^o série à 8^o série do Ensino Fundamental (o que corresponde atualmente do 6^o ao 9^o ano). Como resultado, houve uma discrepância entre o desempenho entre os dois tipos de teste: os participantes obtiveram um bom desempenho (alta porcentagem de acertos) em situações informais, e índices de acerto significativamente menores no teste formal. Em vista disso, Carraher e colaboradores (1982) propõe uma crítica à ideia do fracasso designado aos estudantes, levantando observações à própria instituição escolar, que está firmada em padrões educacionais que não consideram o conhecimento do estudante, fazendo uso de instrumentos que não são capazes de entender a real capacidade da criança. Dessa maneira, o erro pode ser entendido como socialmente constituído e situado.

Partindo da retomada histórica deste subtópico, percebemos que o estudo específico sobre o erro na área da matemática ganhou espaço e interesse teórico internacionalmente desde o início do século XX, sob diferentes visões epistemológicas e métodos analíticos. Já no Brasil, o interesse repercutiu no cenário científico mais ao final do século XX e início do século XXI. Em especial, o estudo dos erros na matemática tem maior enfoque tanto na produção quanto na análise desses erros, buscando majoritariamente fazer uma análise de padrões de ocorrência do

erro ou tipos de erro (Cury, 2019; Gris; Palombarini; Carmos, 2019; Radatz, 1980). A contribuição deste modelo de pesquisa auxilia para que os docentes possam ficar atentos às dificuldades principais de seus estudantes, intensificando no plano de sala de aula métodos didáticos que promovam a compreensão dos conteúdos mais difíceis e sua aplicação na prática. Por outro lado, ainda destacamos trabalhos que prezam por uma descrição mais detalhada dos processos psicológicos envolvidos na pesquisa sobre o erro em matemática, como o trabalho de Hadamard e Krutetskii, e ainda a consideração do contexto de forma mais integrativa, como o estudo de Carraher e colaboradores. A pesquisa que propomos se aproxima mais desses três trabalhos, como veremos a seguir.

2.3.3 O erro em matemática como uma questão psicológica: um estudo na área da Psicologia da Educação Matemática

Como visto na seção anterior, o estudo sobre o erro em matemática vem ganhando robustez e diversidade desde o início do século passado. De maneira geral, essa temática de investigação pode ser subdividida em duas vertentes as quais, apesar de complementares, vem estudando o erro sob diferentes focos: o erro como uma questão didática e o erro como uma questão psicológica (Silva; Melo; Spinillo; Nascimento, 2023). Sobre essas vertentes, Casávola e colaboradores explicam:

“Os erros cometidos pelas crianças durante a aquisição de conhecimentos suscitam uma grande problemática. Por um lado, trata-se de uma questão pedagógica, no que tange a relacioná-los com o tipo de atitude que o docente deve assumir diante do erro e a maneira de corrigi-los. Por outro lado, é uma questão psicológica na medida em que é pertinente perguntar se os erros são fatos aleatórios da aprendizagem ou se têm suas razões no mecanismo de aquisição dos conhecimentos.” (Casávola *et al.*, 1988, p. 32; apud Spinillo *et al.*, 2014, p. 3-4)

Nesse sentido, entender o erro em matemática pela lente pedagógica, como mencionado por Casávola e colaboradores (1988), está associado ao uso do erro como ferramenta para a educação, a fim de auxiliar aos estudantes a aprender o que erraram e aos docentes a planejar estratégias didáticas para o ensino em sala de aula, a fim de que o discente avance em seu conhecimento. Outra possibilidade é entender o erro (e no caso deste estudo, o errar) sob a

perspectiva psicológica, isto é, entender como os processos e habilidades psicológicas atuam nas atividades matemáticas, em busca de explicar a ocorrência dos erros, ou mesmo como o erro, e sua possibilidade, engata processos psicológicos próprios nos indivíduos (Silva *et al.*, 2023). Dessa forma, o estudo do erro/errar sob o olhar psicológico se debruça para interpretar porquê o erro ocorre e como os processos psicológicos – cognitivos, afetivos, sociais e culturais – facilitam ou dificultam o processo de errar. Portanto, a abordagem psicológica pode ampliar as ferramentas utilizadas na educação para auxiliar o processo de ensino e de aprendizagem (Spinillo *et al.*, 2014).

Enquanto a lente didática é do domínio da área da Educação Matemática como um todo, a questão psicológica em torno do erro está ligada especificamente à Psicologia da Educação Matemática (PEM). Embora as duas áreas trabalhem com a tríade matemática-professor-estudante, a área da Psicologia da Educação Matemática se configura como um domínio específico e interdisciplinar, que busca “oferecer subsídios psicológicos para o debate referente ao campo mais amplo da Educação Matemática” (Falcão, 2023, p. 8).

A Psicologia da Educação Matemática envolve um saber interdisciplinar de três áreas científicas, a saber: a psicologia, a educação e a matemática (Lautert; Santos; Magina, 2016). Cada campo de saber trouxe a PEM uma contribuição singular: da área da matemática surge o foco conteudístico da investigação, da área da educação herdou o estudo das situações didáticas e da área da psicologia origina o interesse pelo estudo dos processos psicológicos envolvidos na formação e desenvolvimento de conceitos e do sujeito (Lautert; Santos; Magina, 2016). A amálgama desses campos “[busca] aprofundar a compreensão sobre os diversos processos que estão presentes nos processos de ensino e de aprendizagem dos conceitos da Matemática” (Lautert; Santos; Magina, 2016, p. 17). Nesse sentido, a PEM é um campo específico de pesquisa, utilizando-se da lente psicológica para entender como se desenvolve o processo relacional docente-discente de ensino e aprendizagem da matemática.

A exemplo da amálgama entre psicologia, educação e matemática, Brito (2011) pontua que a pesquisa a respeito da resolução de problemas (situação didática) em matemática (conteúdo) a partir do olhar da PEM busca evidenciar processos cognitivos superiores, dentro os quais cita a possibilidade de observar a imaginação (processo psicológico). A relevância do estudo da imaginação como processo psicológico presente na resolução de problemas matemáticos pode ser explicada devido à capacidade do processo imaginativo de antecipar caminhos resolutivos, potencializar a formulação de hipóteses, fomentar argumentos contra-

factuais e criar possibilidades resolutivas alternativas (Arana, 2015; Saiber; Turner, 2009). Apesar disso, o processo imaginativo tem sido ora negligenciado nos estudos do ensino e aprendizagem da matemática, ora atribuído um papel restrito como faculdade mental que permite ao indivíduo visualizar e criar imagens, principalmente na área da geometria (Arana, 2015; Brolezzi, 2015; Chapman, 2008; Kotsopoulos; Cordy, 2009). Vislumbramos, no entanto, um grande potencial do processo imaginativo para auxiliar na compreensão de como o errar se constitui no processo de resolução de problemas matemáticos, visto que a imaginação tem a capacidade de ensaiar simbolicamente como agir e pensar (Chapman, 2008), tanto sobre o que o conteúdo é, como o que ele não é (Hilppö *et al.*, 2016), possibilitando criar argumentos contra-factuais e proposições hipotéticas sobre o que poderia ou não ser o caminho resolutivo (Saiber; Turner, 2009).

Neste subtópico situamos a discussão do erro em matemática como uma situação tanto didática, quanto psicológica. A natureza psicológica do estudo do erro na educação matemática se configura como uma temática importante para a área da Psicologia da Educação Matemática, que busca investigar como os processos psicológicos interagem em situações didáticas na área da matemática. Em especial, apontamos que o processo imaginativo tem grande relevância para a educação matemática devido seu potencial para criar soluções para problemas, antecipar limites em caminhos resolutivos e hipotetizar sobre possibilidades alternativas. Apesar disso, os estudos que envolvem a imaginação e a educação matemática ainda são muito restritos e, quando são feitos, costumam relacionar a imaginação à capacidade de visualizar e criar imagens mentais, o que potencializa a compreensão na área de geometria.

Com o propósito de contribuir para a ampliação dos estudos da PME, em especial ao que se refere a articulação com a imaginação, argumentamos que investigar o movimento imaginativo sobre o errar como um processo dinâmico e histórico, para além de um episódio pontual na resolução de atividades matemáticas, pode proporcionar uma maior compreensão sobre como a imaginação do errar atua na constituição da resolução em problemas de matemática. Desse modo, no que tange à pesquisa desta dissertação, o erro será examinado como uma questão de natureza psicológica, associado ao processo dinâmico imaginativo durante o transcorrer da resolução de problemas de matemática.

2.4 RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS DE MATEMÁTICA

Investigando a imaginação como um processo cognitivo que contribui para o ensino e aprendizagem da matemática, Kotsopoulos e Cordy (2009) e Brolezzi (2015) apontam que o imaginar pode ser disparado a partir da problematização de situações, sendo o problema matemático um recurso didático potencializador da ampliação da imaginação. Uma vez que nossos registros de pesquisa serão abordados durante a atividade de resolução de problemas matemáticos, é necessário que possamos explorar brevemente sobre as concepções teóricas e práticas desta atividade.

2.4.1 Considerações teóricas sobre a Resolução de Problemas de Matemática

A resolução de problemas se configura como uma atividade fundamental em sala de aula de matemática, sendo tanto um caminho para o ensino, como um recurso para promover a aprendizagem (Spinillo; Lautert; Borba; Santos; Silva, 2017). No ensino da matemática no Brasil, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) em relação à disciplina reconhecem a resolução de problemas como caminho potente para auxiliar professores e discentes na elaboração e aprofundamento de conhecimentos da disciplina (Brasil, 1998). Todavia, é reportado nesse texto que o uso mais frequente desta ferramenta é como meio de avaliação após a exposição de conceitos e procedimentos pelo professor. Desse modo, tanto o conteúdo matemático se torna um “interminável discurso simbólico, abstrato e incompreensível”, como o foco ao realizar o problema “não é mais a atividade, ela mesma, mas seus resultados” (Brasil, 1998, p. 32). Por conseguinte, o potencial didático da situação-problema para instigar a construção de conhecimento e dar sentido aos conteúdos programáticos é deixado de lado, assumindo o caráter apenas avaliativo.

Problemas matemáticos são definidos por Moreno (2006) como “situações que criam um obstáculo a vencer”. Charnay (1996) amplia esta concepção ao explicar que um problema só pode ser definido como tal por meio da tríade situação-estudante-meio: só há um problema caso o estudante perceba a questão como um desafio, apresentando alguma “resistência” para conseguir efetuar sua execução. Ao mesmo tempo, é imprescindível que a dificuldade deste desafio possa ser passível de resolução pelo estudante (Charnay, 1996; Polya, 1995). Caso o estudante já tenha domínio da situação-problema, a situação proposta deixa de ser um problema em relação a este discente (Charnay, 1996; Moreno, 2006). No que tange ao aspecto do meio, este é considerado um elemento da tríade situação-estudante-meio, pois constitui as condições

didáticas para resolução, como por exemplo as expectativas implícitas e explícitas do professor e o papel que a situação-problema desempenha na sala de aula (Charnay, 1996).

O documento do PCN pontua a diferença entre um exercício e um problema, sendo o primeiro uma questão que o estudante apenas aplica uma fórmula ou um processo operatório de forma mecânica (Brasil, 1998). Já o problema é uma situação para a qual não se tem uma solução a princípio, mas que será possível construir a partir da realização de uma sequência de ações ou operações para obter um resultado (Brasil, 1998). Outra característica importante de uma situação-problema é que esta contextualiza o uso das operações, já que apresentam um cenário fictício para que os estudantes possam gerir e manipular as informações (Brasil, 1998; Charnay, 1996; Spinillo *et al.*, 2017). Além de ajudar a dar sentido a matemática, a resolução de problemas contribui para o desenvolvimento do raciocínio matemático em relação ao uso de estratégias apropriadas, tomar decisões sobre a pertinência ou não de um conceito ou método, prever resultados, gerar recursos de resolução e generalizar conhecimentos (Charnay, 1996; Moreno, 2006; Spinillo *et al.*, 2017).

Destaca-se que não somente a resolução de problemas propicia a aprendizagem, como também o processo de reflexão sobre a resolução e troca comunicativa de seus diferentes procedimentos ou caminhos resolutivos (Moreno, 2006). Segundo Moreno (2006), a reflexão juntamente com a comunicação possibilitam ao indivíduo defender e validar o que foi feito, confrontar e comparar com resolução diferentes e ainda facilitam a associação com novos conhecimentos. A autora argumenta a favor não somente de que os professores proponham situações-problemas em sala de aula para seus estudantes atuarem sobre elas, mas também oportunizem a análise, discussão e confrontação entre os caminhos resolutivos e as respostas de seus estudantes tanto durante como após a resolução da questão. Esse movimento permite que os estudantes se familiarizem com outras maneiras de resolver o problema, apropriem-se de novas estratégias, tomem consciência sobre o que já sabem e os limites de seu saber e pode possibilitar a explicitação de erros cometidos (Moreno, 2006). Este último aspecto sendo central nesta dissertação.

A fim de impulsionar o processo de reflexão e troca comunicativa, a qual pode viabilizar a explicitação e integração da discussão de erros na sala de aula, Moreno (2006) destaca o papel de pequenos grupos colaborativos para a aprendizagem. Assim, segundo a autora, um pequeno grupo de estudantes, ao realizar conjuntamente o problema matemático, potencializa o processo de construção do conhecimento. Moreno salienta que a construção conjunta não deve ser

entendida como “a somatória dos recursos individuais usados pelos participantes, mas como uma construção conjunta, original e emergente da dinâmica interativa, que se produz por meio das interações verbais que as crianças realizam ao defender a compreensão que cada um teve do problema e a proposta sobre qual caminho seguir” (Moreno, 2006, p. 52). Dessa forma, entendemos que o pequeno grupo está em um processo co-emergente e co-relacional da resolução de problemas.

2.4.2 Fases da Resolução de Problemas de Matemática: O modelo de Polya

Retomando as ideias discutidas no subtópico “2.3.1 Considerações conceituais sobre o erro”, entendemos que o processo de errar pode ocorrer durante qualquer momento da resolução de problemas por estudantes, em contraste com a perspectiva de erro como produto final indesejado. Tendo em vista que buscamos uma compreensão microanalítica sobre o desenrolar do imaginar o processo do errar durante a resolução de problemas matemáticos, faz-se proveitoso entender como se dá o processo de resolução de problemas, a fim de entender como o processo imaginar o errar poderá se entrelaçar com ele.

Schoenfeld (1987) e Onuchic e Allevato (2011) comentam que a pesquisa sobre resolução de problemas recebeu maior atenção a partir dos escritos de George Polya em 1945, considerado o pai da Resolução de Problemas. Em sua obra “A arte de resolver problemas”, Polya se dedica a descrever fases do processo de resolução de problemas, apontando estratégias e orientações gerais para serem aplicadas a qualquer tipo de problema (Polya, 1995; Schoenfeld, 1987). A formulação dessas fases surgiu, segundo Polya, ao perceber padrões de ações e questionamentos similares em momentos específicos da resolução. Desse modo, o autor agrupou os padrões similares, resultando em quatro conjuntos; e cada um destes constituíram uma das fases da resolução.

Polya (1995) comenta que as fases da resolução de problemas se constituem como distintas e contínuas. Estas fases são descritas na ordem em que são mais prováveis que ocorram, a saber: a compreensão do problema, o estabelecimento de um plano, a execução do plano e o retrospecto (Polya, 1995). A seguir, descreveremos cada uma dessas fases.

a) Compreensão do Problema

A primeira fase para que a resolução do problema possa ser feita é a compreensão do que é solicitado pela questão. Para isso, Polya (1995) aponta que há pelo menos duas ações necessárias para a compreensão do problema: a familiarização da questão e o aperfeiçoamento da compreensão. Na familiarização é preciso voltar-se para o enunciado da questão, lê-lo e

identificar qual o seu objetivo. Já no aperfeiçoamento da compreensão, este passo requer inicialmente que seja identificado isoladamente as partes do problema: quais os dados numéricos fornecidos, qual a é a incógnita (a informação que é buscada), quais as condições estabelecidas pelo problema (ou condicionantes). Após isso, o estudante pode refletir se a questão é possível de ser resolvida a partir dos dados oferecidos. Esta reflexão, entretanto, é apenas provisória dado que a resposta pode ser modificada ao decorrer das fases (Polya, 1995).

Feito o apanhado geral dos dados oferecidos, o estudante deve escolher os recursos apropriados para representar os dados e contexto do problema, isto pode ocorrer a partir do desenho de uma imagem ou de um gráfico, ou pelo uso de símbolos matemáticos (Polya, 1995), como “+”, “>”, “x²”. A esta linguagem gráfica de símbolos matemáticos é dado o nome de notação matemática.

Nesta fase, é possível que o estudante possa imaginar, por exemplo, quais opções de representação se adequam ou não aos dados apresentados, e qual dentre as alternativas encontradas proporcionariam falhas ou limitações. Ilustra-se uma possibilidade de um questionamento sobre o errar nesta fase a partir do seguinte exemplo:

“Um *shopping* na Região Metropolitana do Recife possui 12 entradas para automóveis e 15 saídas. Combinando as entradas e saídas, Carla pode fazer trajetos diferentes para entrar e sair do *shopping*. De quantas maneiras diferentes ela pode entrar e sair desse *shopping*?”

Uma das possibilidades imaginadas para a representação deste problema pode ser o desenho das cancelas de entrada e cancelas de saída do shopping, a fim de traçar os trajetos possíveis entre as entradas e saídas e, em seguida, fazer a contagem da quantidade de trajetos diferentes. Apesar desse ser um caminho resolutivo possível, ao avaliar sobre as possíveis limitações e dificuldades que este caminho resolutivo pode apresentar, o estudante pode ser levado a pensar se, devido ao número alto de entradas e saídas, ele conseguiria traçar todos os trajetos possíveis ou se faria a contagem de maneira precisa. Dessa forma, o processo de imaginar o errar pode auxiliar na escolha da melhor representação dos dados na compreensão do problema.

b) Estabelecimento de um Plano

O plano para a resolução de um problema se dá pela definição de procedimentos (contas, cálculos ou desenhos) que serão úteis para encontrar a resposta da questão (Polya, 1995). Para que o plano possa ser elaborado, o estudante deve buscar as conexões entre os dados da questão e a incógnita pedida. Tomando o exemplo anterior, os dados fornecidos pela questão foram 12 entradas de automóveis e 15 saídas de automóveis, já a incógnita era a quantidade de trajetos

possíveis, partindo da entrada até a saída. Assim, para buscar responder à questão, o respondente deveria combinar as entradas e saídas (dados fornecidos) a fim de formar os trajetos (incógnita pedida).

Além disso, o estabelecimento de um plano pode precisar que a questão possa ser dividida em partes menores, a fim de obter as informações necessárias para a pergunta final (Polya, 1995). O autor do livro “A arte de resolver problemas” indica que outro recurso facilitador para o estabelecimento do plano é a experiência passada. Caso o estudante já tenha resolvido problemas semelhantes, ele pode apoiar-se na recordação de procedimentos bem sucedidos e acautelar-se dos equívocos passados. Polya (1995) afirma que, embora a recordação não seja suficiente para garantir um bom planejamento, pois é necessário construir a partir das especificidades da questão atual, a experiência passada pode nutrir recursos para auxiliar na elaboração do plano. Braga (2020) alerta para o cuidado em cada parte do plano, pois, caso haja contratempos ou limitações não visualizadas nesta fase, será preciso retornar para ela a fim de modificar ou aperfeiçoar o plano.

c) Execução do Plano

Na fase de execução do plano é colocada em prática o plano elaborado na etapa anterior, seguindo seu passo-a-passo. Aqui, o estudante pode se imaginar se o cálculo sendo realizado está de acordo com os parâmetros matemáticos, ou se a fórmula escolhida está sendo bem empregada.

d) Retrospecto

Por fim, a fase do retrospecto se refere à verificação (revisão crítica) do caminho resolutivo desde a compreensão até o final da execução do plano. Polya (1995) afirma que esta é uma fase rica e instrutiva do trabalho de resolução, pois esta permite consolidar o conhecimento e aperfeiçoar a capacidade resolutiva em matemática. Algumas das perguntas sugeridas pelo autor é “É possível chegar ao resultado por um caminho diferente?” e “É possível utilizar esse método em algum outro problema?” (Polya, 1995). A fase do Retrospecto é comumente designada em sala de aula pelo termo “revisão”.

Nesta fase, supomos que é mais direta a relação com o processo imaginativo sobre o errar, já que o retrospecto tem por objetivo questionar se o resultado está relacionado ao que foi pedido, se o plano foi bem executado e se o problema foi devidamente compreendido.

Tendo em vista o embasamento teórico apresentado neste capítulo, consideramos viável nos aproximar de uma compreensão sobre como se dá o processo imaginativo sobre errar por um grupo de estudantes durante a realização de situações-problema de matemática. A visão processual e social da Espiral Imaginativa, em concordância com o olhar minucioso e histórico da mudança proveniente da análise microgenética histórico-relacional nos possibilitam ferramentas para poder entender o processo de errar como algo contínuo e dialético durante as fases da resolução de problemas. Com este intuito, explicitaremos os objetivos e os caminhos metodológicos percorridos a seguir.

CAPÍTULO 3

O PRESENTE ESTUDO

Nesta dissertação defendemos a imaginação como processo cognitivo-cultural, que se constitui ao longo da história de relações estabelecidas socialmente e em ambiente cultural (Batista; Lima; Moutinho; Garvey, 2022; Moutinho; Breckenfeld; Laurendon, 2020; Vygotsky, 2014; Zittoun, Cerchia, 2013; Zittoun, Glaveanu, Hawlina, 2020). Adicionalmente também defendemos a microgênese como base teórico-metodológica-analítica que permite compreender a participação constitutiva do imaginar do errar no processo resolutivo de situações-problema de matemática. Nesse sentido, argumentamos que imaginar o errar auxiliaria o estudante na avaliação de caminhos resolutivos - desde o planejamento até a resposta final; na testagem de hipóteses resolutivas; e na análise da eficácia de métodos resolutivos. Assim, esperamos avançar quanto ao olhar teórico-metodológico e analítico sobre o imaginar, por vezes descrito como processo individual e ahistórico, e propor o imaginar o errar como recurso simbólico potente no processo educacional e desenvolvimental do estudante em matemática, ampliando a concepção sobre o processo de errar em relação às perspectivas que entendem o erro ora como resultado, ora como recurso didático e metodológico. Ademais, a aproximação da microgênese à teoria da imaginação de Zittoun e colaboradores busca ampliar o poder descritivo desta, especificando tanto padrões de co-ação em um grupo composto por estudantes e pesquisadora, como também mudanças desenvolvimentais na dinâmica imaginativa do errar. Estes são pontos inovadores neste estudo e seguem no diálogo com as reflexões teóricas, metodológicas e analíticas da microgênese em vínculo a teoria da Espiral Imaginativa, dando continuidade ao olhar mais recentemente utilizado nos estudos do Eikasia - Laboratório de Estudos da Imagem da UFPE, como exemplo citamos Batista (2023, Breckenfeld (2023), Batista (no prelo), Batista, Moutinho e Garvey (no prelo).

3.1 Objetivo Geral

Investigar microgeneticamente o desenvolvimento do imaginar o errar por um grupo de estudantes do 6º ano do Ensino Fundamental durante a realização de situações-problema de matemática.

3.2 Objetivos Específicos

a) Descrever como o imaginar o errar atua na resolução de situação-problema de matemática;

- b) Descrever quais condições e elementos da resolução interativa de situações-problema de matemática facilitam a emergência da espiral imaginativa do errar;
- c) Descrever quais contribuições e novidades a espiral imaginativa do errar proporciona à atividade resolutiva;
- d) Identificar as fases da resolução de situações-problema de matemática realizadas pelo grupo de participantes;
- e) Analisar microgeneticamente como o processo de imaginar o errar transforma a resolução de situações-problema de matemática ao longo de sua realização.

3.3 Caracterização do estudo

“Um desenho de pesquisa descreve um conjunto flexível de diretrizes que conectam paradigmas teóricos, primeiro, a estratégias de investigação e, segundo, a métodos de coleta de material empírico. Um projeto de pesquisa situa as pesquisas no mundo empírico e as conecta a locais, pessoas, grupos, instituições e corpos específicos de material interpretativo relevante.” (Denzin; Lincoln, 2005, p. 14, **tradução nossa**)

A pesquisa científica, sobretudo nas ciências humanas, é um processo não linear e em permanente desenvolvimento, que integra em relação dinâmica o fenômeno situado, o/a pesquisador(a), os pressupostos teóricos, os instrumentos e estratégias de pesquisa e os registros de campo construídos. Este tipo de modelo científico é descrito por Branco e Valsiner (1997) e Valsiner (2012) como um ciclo metodológico. Assim, as escolhas dos elementos de pesquisa que compõem este ciclo enredam, sob o princípio da harmonia teórico-metodológico, uma base congruente para as reflexões e considerações promovidas. Desse modo, propomos nos próximos subtópicos abordar a concepção teórica-filosófica assumida e suas repercussões nos modos de fazer pesquisa, bem como descrever os caminhos metodológicos percorridos durante o planejamento, construção e interpretação dos registros de pesquisa.

Na presente dissertação, propomos debruçar sobre o desenvolvimento do processo de imaginar o errar por meio da perspectiva da Psicologia Sociocultural, fundamentando-se sobre

o entendimento da realidade como uma construção social (Denzin; Lincoln, 2005). Esta compreensão axiomática irá defender que o indivíduo é constituído em relação interdependente com o seu meio social, ou seja, ao mesmo tempo que sua constituição é atravessada pela cultura, linguagem, política, classe social, raça, gênero e etnia, o indivíduo reconstrói seu ambiente social por meio de sua própria atividade (Denzin; Lincoln, 2005). Em vista disso, o meio sociocultural é compreendido como uma fonte desenvolvimental e estruturante do ser humano (Vygotsky, 1994), em oposição a uma abordagem fragmentada entre indivíduo, sociedade e o ambiente.

Em vista da perspectiva sociocultural é possível entender que o imaginar dos estudantes sobre o errar é mutuamente constituída por eles em relação dinâmica com o meio (seja a família, escola, professores, colegas de turma, matéria escolar, os instrumentos e procedimentos de pesquisa e a própria pesquisadora), e por isso o fenômeno se apresentará de maneira própria durante a construção de registro de pesquisa, onde os estudantes juntamente com a pesquisadora estarão co-construindo o fenômeno ao longo do tempo. Em decorrência, entende-se que não há uma observação objetiva e imparcial do fenômeno, apenas observações socialmente situadas. Investigar a realidade multifacetada e co-emergente, como a descrita, torna-se proveitoso sob a abordagem de pesquisa qualitativa, visto que, segundo Bicudo (2021), essa abordagem metodológica permite perceber a totalidade de forças que se movimentam em fluidez dinâmica.

Segundo González Rey (2000), o método qualitativo não se define pela utilização de instrumentos ditos qualitativos, mas por um processo diferente de produção de conhecimento, movido pela necessidade de buscar abarcar o processo e o sentido em construção. Assim, o método qualitativo visa compreender o mundo em ação, atentando-se para o “como” se dá o fenômeno em sua complexidade (Denzin; Lincoln, 2005).

Destaca-se ainda que a pesquisa qualitativa não busca entender as manifestações gerais do fenômeno, mas a sua forma diferenciada e única. Por conseguinte, é primordial em pesquisas qualitativas a descrição detalhada do fenômeno investigado e a demarcação da relação indissociável entre os registros construídos e o contexto no qual se inserem. Dessa maneira, as considerações sobre o fenômeno não terão cunho uni-causal ou teor explicativo, mas holístico e interpretativo. Nessa direção, Goulart e Torres (2021) afirmam que a abordagem qualitativa de pesquisa defende que o valor da singularidade para a construção de conhecimento se dá por sua dimensão epistemológica ou, em outras palavras, admite-se a possibilidade de que as expressões singulares do fenômeno oportunizem informações e nutram construções que

permitam o modelo teórico complexo em desenvolvimento ser expandido e, assim, viabilizando o fenômeno estudado a ser pensado para além da forma como se apresenta.

Ainda considerando a singularidade do fenômeno, percebe-se que ele está em conformidade com a perspectiva idiográfica de pesquisa, outro componente basilar desta pesquisa. Esta concepção afirma o carácter individual e específico do fenômeno (Sadia, 2002). Em particular para o fenômeno psicológico, Valsiner (2020) preconiza o uso da perspectiva idiográfica para entender a unidade das funções psicológicas. Para este autor, as médias amostrais representativas de uma pessoa genérica abstrata não dão conta de entender o indivíduo (Valsiner, 2020). Em razão disso, Valsiner (2020) busca promover a mudança de uma ciência psicológica baseada em evidências amostrais para uma baseada na experiência complexa e singular do indivíduo, tendo a pessoa como centro.

Assumindo a visão idiográfica, o estudo de caso se configura como fonte legítima para a produção de conhecimento (Madureira; Branco, 2001). Portanto, optou-se pelo uso de um estudo de caso como estratégia de pesquisa, que é caracterizado por ser uma modalidade de pesquisa que visa à investigação de um caso específico e contextualizado em tempo e lugar (Ventura, 2007). Isto significa que esse tipo de estratégia viabiliza o acompanhamento do objeto de interesse em seu contexto complexo (Meirinhos; Osório, 2010). Sobre isso, González Rey afirma: “O estudo de caso não se pode realizar pela assimilação direta das manifestações parciais do sujeito [...]. A expressão concreta do sujeito só adquire sentido na construção teórica somente no contexto de estudo integral” (González Rey, 2000, p. 67). Por isso, o fenômeno pode ser compreendido de maneira holística e processual.

Casos únicos são fontes importantes ora para iniciar, ora para complexificar um modelo teórico, posto que o estudo de caso é uma estratégia de pesquisa que permite analisar o fenômeno em profundidade, obtendo informações detalhadas em grande quantidade (Zittoun, 2016). Ressalta-se, entretanto, que os modelos teóricos construídos a partir dos estudos de caso não estão concluídos ao fim da pesquisa, antes em estado de permanente desenvolvimento (Goulart; Torres, 2021). Como consequência, a generalização nesse modo de pesquisa também se dá de forma diferente: deixa-se de lado os critérios estatísticos de correlação, repetição e padronização da generalização indutiva, para assumir a perspectiva da generalização teórica, visando alcançar:

“(...) a capacidade que um modelo teórico tem de produzir novos significados e articular diferentes relações entre eles no processo de pesquisa. Tais significados e

relações, por sua vez, terão valor para significar novos acontecimentos e situações que, antes dessa construção, eram ininteligíveis.” (González Rey, 2014, pp. 18–19)

Logo, a generalização não buscará o que há de comum nos dados ou uma média geral da população, mas uma interpretação teórica que permita articular as diferentes expressões do fenômeno (Goulart; Torres, 2021). Seguindo esses preceitos, esta pesquisa terá um olhar relacional e dinâmico para como os participantes situados histórico e socialmente co-regulam a resolução de situações-problema de matemática por meio do imaginar o errar, a fim de compreender padrões desenvolvimentais.

3.4 Microcultura Escolar

A pesquisa foi realizada em uma instituição de Ensino Básico da Região Metropolitana do Recife. O colégio é da rede pública de ensino. Esta instituição oferece ensino a partir do 6º ano do Ensino Fundamental, concluindo no 3º ano do Ensino Médio. O codinome escolhido para a instituição foi Colégio Excelência, em referência a qualidade que o próprio colégio procura promover ao seu ensino e corpo escolar. A escolha dessa instituição se deu por três principais motivos: (i) a autora desta dissertação foi estudante deste colégio, portanto, possui acesso facilitado à instituição; (ii) em discussão com as professoras orientadora e coorientadora, foi percebido que muitas das inquietações deste projeto surgiram a partir da experiência da autora enquanto estudante nesta instituição, como mencionado na introdução; e (iii) o colégio participante é um ambiente que possui valores e práticas que tornam o erro um aspecto presente no clima institucional, como será explicado a seguir.

O Projeto Político-Pedagógico¹ (PPP) atual do colégio onde se realizou a pesquisa, documento que aponta a identidade do colégio, seus valores e práticas (Ferreira; Bezerra, 2015), ajuda-nos a compreender a cultura desta instituição. Alguns dos pilares básicos do Colégio Excelência, conforme citados no documento referido, são: respeito, união, tradição, disciplina e meritocracia. Destaca-se os últimos dois, em virtude da aproximação que esses valores têm com a temática dialética do acerto-erro. Segundo o PPP, a disciplina deve ser entendida como o “valor de rigorosa obediência às leis, aos regulamentos, normas e disposições; pressupõe a correção de atitudes na vida pessoal [...]”. Esse valor é refletido na existência da “Nota de Comportamento” de cada estudante, que pode ser aumentada ou diminuída de acordo com o

¹ Devido ao compromisso com o sigilo da instituição e dos participantes, não será referenciado o projeto político-pedagógico do colégio. Apesar disso, ressalta-se que o projeto foi atualizado em 2021, com metas para os cinco anos seguintes.

cumprimento ou não das normas do colégio. Estudantes com Nota de Comportamento 10,00 podem fazer parte do “Grupo Exemplar²”, que tem por missão ser um exemplo dos valores do Colégio Excelência para os demais estudantes. O percentual de participantes desse grupo, previsto pelo PPP do colégio, é 10% do efetivo total de estudantes.

Já a meritocracia é definida pelo PPP do colégio como “a valorização dos esforços individuais”. É previsto pela instituição que o indivíduo com performance superior aos demais deve ser destacado dentre seus pares, a fim de estimular outros, e que esse destaque também deve ser utilizado como critério em momentos de seleção, a exemplo de momentos de escolhas de líderes para trabalhos escolares. Para tanto, o Colégio Excelência dispõe de alguns mecanismos de premiação, que reconhecem os estudantes por sua “aplicação aos estudos e comportamento exemplar”. Assim, a fim de serem premiados, os estudantes devem se esforçar para cometer o menor número de erros possível durante suas atividades escolares, sejam nas avaliações escolares e em seu próprio comportamento.

A primeira das premiações citadas é o “Estudante-Destaque³”, no qual o estudante poderá usar uma insígnia “A” em seu uniforme representando que ao longo do trimestre anterior obteve nota superior a 8,00 em todas as matérias. Outro reconhecimento é a “Promoção⁴”. O critério utilizado para essa premiação é a média ponderada da nota global do ano (a média de todas as matérias em todos os trimestres, gerando uma nota única), com peso seis, e a Nota de Comportamento, com peso quatro. A partir das notas dos estudantes de um determinado ano escolar, é feita uma lista em ordem decrescente. Dez por cento dos estudantes de cada ano escolar com as melhores notas recebem o direito de usar uma insígnia “B”, correspondente a sua posição na lista. Por fim, o estudante que tiver recebido pelo menos uma das premiações anteriores pode ser convidado por docentes para ser monitor de uma disciplina, auxiliando nas aulas de recuperação. Percebe-se, então, que a cultura escolar, promovida pelos valores e práticas deste colégio, estimula a busca por desempenhos cada vez melhores entre os estudantes, isto é, minimizando “falhas” comportamentais e acadêmicas.

Descritas as premiações internas, acrescenta-se ainda o incentivo do colégio à participação das competições regionais, nacionais e internacionais de conhecimento. Além do

² Nome fictício em substituição ao nome original do grupo no colégio. O nome fictício preserva o objetivo do nome original.

³ Idem ao item ²

⁴ Idem ao item ²

encorajamento por meio de professores e avisos em murais para a inscrição nas olimpíadas de conhecimento, a instituição reconhece em suas redes sociais e em atividades formais os estudantes cujos desempenhos tenham sido premiados nas competições. As olimpíadas referentes aos conteúdos matemáticos mais reconhecidos em território nacional são a Olimpíada Brasileira de Matemática (OBM) e a Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas (OBMEP).

Para além dos valores e práticas citadas, o Projeto Político-Pedagógico deste colégio ainda cita o sentido empregado sobre educação, ensino e a relação da tríade estudante-família-colégio, em especial sobre o papel do docente. O documento apresenta uma definição ampla sobre educação, compreendendo-a como ações que envolvem tanto a educação sistemática, como a assistemática, na qual diferentes atores, espaços e dinâmicas são elementos constituintes. Frisa-se também o carácter contínuo e multifacetado da educação, a fim de construir competências e habilidades. Já o ensino é entendido nesta proposta de forma mais específica, sendo uma ação formal, sistemática e intencional para desenvolver capacidades nas mais diversas áreas – intelectual, física e moral do indivíduo. Em particular, o PPP descreve que o processo de ensino da matemática neste colégio visa permitir que os estudantes reconheçam o conhecimento matemático como ferramenta para observação, interpretação e transformação do mundo à sua volta, fazendo conexões da matemática com diferentes campos e possibilitando o manejo de desafios da sociedade. Desse modo, entende-se que o objetivo do ensino da matemática vá para além das avaliações formais e periódicas em sala de aula.

O modelo de educação desenvolvido pela escola está pautado na relação estabelecida entre seus atores. É reiterado ao longo do PPP a relação interdependente entre o estudante, a família e os agentes escolares, sendo o sucesso ou fracasso da educação considerado como representativo da relação como um todo. Logo, é requerido que cada uma dessas partes se responsabilize no processo de ensino e aprendizagem. Para isso, o projeto apresenta o perfil esperado de cada um desses elementos da relação.

O estudante é convidado a ser um agente ativo, autônomo e crítico, e é esperado que sua formação na escola construa um cidadão participativo e futuro profissional proativo, com competências para além do conhecimento superficial das matérias. Da família deste estudante é solicitado o acompanhamento dos estudos do filho(a) de maneira a incentivar e entender o progresso deste, como também apoiar os professores, envolver-se nos projetos e atividades do colégio e estar em harmonia com os valores partilhados pelo colégio. Já em referência ao corpo

docente, é esperado, entre outras coisas, que os professores compreendam os objetivos do conhecimento a ser ensinado, envolvam os estudantes em atividades de pesquisa e projetos de conhecimento e ajustem suas ferramentas de ensino ao nível de possibilidade dos estudantes. Ressalta-se que o único momento em que a temática do erro aparece no PPP, é na seção dedicada a explicar o perfil do docente, onde se lê: “[o professor deve] trabalhar a partir das representações dos alunos, dos erros e dos obstáculos à aprendizagem, exercendo o papel de mediador da aprendizagem.” Esta postura parece refletir o que as pesquisas científicas sobre o erro até então sugerem: deve ser iniciativa do professor utilizar o erro como ferramenta didática (Correia, 2010; Spinillo *et al.*, 2014).

Outro aspecto relevante da microcultura do Colégio Excelência é a sua forma de admissão. O ingresso dos estudantes nesta instituição se dá por duas vias: a primeira delas é um concurso público de admissão anual para o 6º ano do EF e 1º ano do EM, já a segunda via é a entrada direta por estudantes os quais pelo menos um dos pais tenha filiação à instituição governamental que dirige o colégio.

Em relação ao concurso de admissão para o 6º ano⁵, são disponibilizadas 30 vagas, sendo 2 para pessoas com deficiência (PcD). O concurso é composto por duas provas objetivas com 15 questões cada, enquanto uma avaliação testa o desempenho dos candidatos em português, a outra testa em matemática. São aprovados e classificados os candidatos com as maiores médias aritméticas das duas provas, sendo a nota cinco a nota de corte para as provas. Nos últimos quatro anos, houveram cerca de 1500 inscrições de candidatos anuais para o concurso, uma concorrência média de 50 candidatos por vaga. A concorrência para entrar nesta instituição é superior, por exemplo, à concorrência para entrar no curso de medicina na UFPE. São alguns dos requisitos para a inscrição: (a) ter concluído ou estar realizando o 5º ano do EF; e (b) ter menos de 12 anos no ano que irá ingressar no colégio e, no mínimo, completar 10 anos no ano de ingresso no colégio. Devido a estes requisitos, é possível que os estudantes já tenham cursado 6º e 7º ano do EF, desde que com idades compatíveis ao requisito “b”, possam ser aprovados e habilitados a entrar no colégio para refazer o 6º ano. Em suma, os candidatos que ingressam por meio dessa via são, geralmente, estudantes com desempenho elevado nas áreas de português e matemática, e que tem interesse pelo Colégio Excelência.

⁵ As informações descritas são de status público no site do colégio participante.

No ano de 2023, quando foi realizada a construção de registros, o Colégio Excelência possuía três turmas de 6º ano, cada uma com uma média de 30 estudantes. O ensino de matemática neste ano escolar foi realizado por uma professora, que dispunha de 5 aulas por semana em cada turma – sendo a hora/aula de 50 minutos. A docente fez licenciatura em matemática e possui duas especializações, uma em Educação à Distância e a outra em Educação Inclusiva. A professora de matemática é parte do corpo docente deste colégio desde 2017 e já havia ministrado aulas para o 6º ano por 4 vezes.

3.5 Participantes

Participaram da construção de registros de pesquisa um grupo de seis estudantes do 6º ano do Ensino Fundamental, duas pessoas se declararam meninas e quatro se declararam meninos, a pesquisadora e a filmadora. Todos os estudantes participantes eram recém-ingressos no colégio no qual foi realizada a pesquisa e estavam cursando o 6º ano pela primeira vez. No momento da construção de registros, os participantes tinham entre dez e onze anos de idade. Os seis participantes eram de duas salas de aula diferentes, a sala A e a sala B.

Optou-se por realizar a pesquisa em grupo por três motivos. Para iniciar, a composição de grupos para a realização de um problema matemático tem sido estabelecida na literatura como um aspecto promotor do aprendizado de matemática, além de estimular algumas habilidades como a argumentação, monitoramento e regulação metacognitiva e o pensamento matemático, e ainda promover ampla participação dos estudantes (Artzt; Armour-Thomas, 1997; Goos; Galbraith; Renshaw, 2002; Schoenfeld; 1989). Apesar disso, os autores citados comentam que ainda há muito para explorar sobre os processos cognitivos e sociais que ocorrem no grupo durante a realização de atividades matemáticas.

Outro motivo relevante para a escolha por um grupo foi para que os estudantes não se sentissem intimidados durante a realização da construção de dados. Miller e Nunn (2001) argumentam que a interação entre pares facilita o sentimento de pertencimento e suporte, o que, por sua vez, motiva os estudantes a serem participativos, compartilhando sentimento e pensamentos mais abertamente. Alinhado a essa ideia, Artzt e Armour-Thomas (1997) comentam que o grupo de estudante promove ainda verbalização espontânea, o que auxiliaria o processo de construção de registros de pesquisa. Em grupo de estudantes, é possível que estes consigam examinar problemas ou fatos desagradáveis (como o erro), os quais ignorariam caso estivessem sem o grupo (Miller; Nunn, 2001).

Ademais, a realização de uma atividade em grupo está em conformidade com a concepção teórico-filosófica histórico-cultural. A compreensão de ser humano, como já pincelada nas seções iniciais da caracterização da pesquisa, apontam para um ser que é a “manifestação singular de um amplo conjunto das suas relações sociais” (Zanella; Reis; Titon; Urnau; Dassoler, 2007). Inclusive, a gênese das funções psicológicas superiores é defendida na perspectiva vygotskyana como uma construção da rede indissociável entre sujeito-sociedade (Vygotsky, 1991). Dessa maneira, o grupo é aspecto privilegiado nessa perspectiva; ao invés de ser um obstáculo para a investigação do que é individual, o grupo é parte da formação e desenvolvimento do indivíduo. Nas palavras de Zanella e colaboradores (2007, p. 28): “A busca pelas relações é o que nos permite conhecer a transição do coletivo ao singular e deste ao coletivo”.

O número de quatro a seis estudantes foi indicado tanto por professores de matemática (Findley, 2017), quanto por pesquisa (Enu; Danso; Awoetwe, 2015) como um número ideal, por um lado, para promover uma interdependência positiva no grupo e, de outro, prover diversidade de opiniões, de experiências anteriores e de recursos sem comprometer a eficácia do grupo durante a realização de tarefas matemáticas.

Outro aspecto importante dos participantes é seu ano escolar. Focalizaremos nossa investigação nos estudantes do 6º ano do Ensino Fundamental, pois este ano escolar possui peculiaridades que admitimos ser relevantes para o fenômeno estudado: é um ano de transições. Embora toda passagem de um ano escolar para outro acompanhe mudanças, soma-se a passagem para o 6º ano o início da segunda etapa do Ensino Fundamental, apresentando novidades no ensino em relação aos anos anteriores: nova organização curricular que apresenta mais matérias e professores específicos para cada disciplina, além de atividades escolares que requerem mais esforço (Azevedo, 2017). A transição para a instituição participante está atrelada ainda a mudança de colégio, o que acarreta na convivência em um novo espaço escolar, com diferentes normas e cultura, e novos laços de amizade (Azevedo, 2017). Azevedo (2017) aponta também que os estudantes do 6º ano estão passando por mudanças biosocioculturais em relação à entrada na adolescência e a relação de maior independência dos pais e professores nas tarefas de casa. Em resumo, o 6º ano do Ensino Fundamental demanda do estudante muitas adaptações.

As adaptações, juntamente com o aumento do nível de exigência, podem tornar o 6º ano é um momento desafiador para os estudantes, é o que parece reportar os dados apresentados pelo Anuário Brasileiro de Educação Básica (Todos Pela Educação, 2012, 2013, 2014, 2015,

2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021). O Anuário é um documento que reúne e sistematiza os principais dados da educação brasileira a partir de fontes primárias como o Inep/MEC e o IBGE (Todos Pela Educação, 2020). As dez edições do Anuário Brasileiro de Educação Básica indicam que o 6º ano é o ano escolar com menor percentual de alunos aprovados de todo o Ensino Fundamental (abarcando do 1º ao 9º ano), enquanto que os índices de reprovação e abandono são os maiores. No último ano em que o anuário foi divulgado, em 2021, a taxa de reprovação foi de 10,2%, enquanto que a taxa de abandono foi de 1,9% (Todos Pela Educação, 2021). Embora essas tenham sido as melhores taxas desde o começo da avaliação do Anuário, o 6º ano permanece sendo o ano escolar do Ensino Fundamental que apresenta os piores índices de qualidade do fluxo escolar.

Logo, o processo de transição para o 6º ano do Ensino Fundamental é importante oportunidade para poder entender, por um lado, a emergência e o estabelecimento de novas relações e sentidos e, por outra perspectiva, a transição também pode ser compreendida como uma ocasião de ruptura com a educação proposta nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental, apresentando possíveis gatilhos para novos processos imaginativos, tornando-se um momento ideal para analisar microgeneticamente a emergência de processos imaginativos.

3.5.1 Critério de Elegibilidade

Inicialmente, o projeto foi desenhado para que entre quatro e seis participantes fossem selecionados a partir da lista de aprovados no concurso, sendo dois ou três entre os dez primeiros (1º ao 10º) e os outros dois ou três entre os dez últimos (21º ao 30º), a fim de promover o encontro e discussão de estudantes com diferentes níveis de expertise em matemática. Já como critério de exclusão, foi estabelecido que os discentes não estivessem refazendo o 6º ano do EF. Em contato com a supervisão escolar, no entanto, percebeu-se que a maioria dos estudantes que foram classificados no concurso já haviam cursado o 6º ano. Ademais, a diferença entre a maior nota e a menor nota na prova de matemática entre os candidatos aprovados no concurso não foi substancial (ver Quadro 1), enquanto os candidatos com a maior nota acertaram todas as questões, os de menor nota erraram quatro das quinze questões. Por isso, foi necessário reajustar a proposta.

O novo caminho metodológico escolhido foi selecionar os estudantes que estivessem passando pela transição do 5º para o 6º ano do EF pela primeira vez, já que a adaptação para o Ensino Fundamental Anos Finais poderia trazer rupturas imaginativas e emergência de novos

processos, foco deste estudo. Ao revogar o critério da diferença de classificação⁶ entre os candidatos aprovados, deparamo-nos com um grupo relativamente homogêneo acerca das habilidades matemáticas. Essa nova composição do grupo permite-nos aproximar da ideia de um grupo colaborativo, segundo definição de Damon e Phelps (1989). Para esses autores, um grupo colaborativo é composto por participantes de níveis similares de competência e que compartilham ideias para resolver conjuntamente um problema desafiador. Goos, Galbraith e Renshaw (2002) discutem que há um potencial de aprendizagem nesse tipo de grupo, já que cada participante irá contribuir de alguma forma e necessitar a expertise do outro para juntos progredir, assim atuarão acima do seu nível de desenvolvimento atual. Após reajuste dos critérios, somente seis estudantes adequaram-se aos novos requisitos. A descrição de cada um deles segue no Quadro 1 abaixo:

Quadro 1: Síntese descritiva dos participantes

Síntese descritiva dos participantes			
Nome fictício	Idade	Sala de aula	Número de acertos em matemática na prova de seleção do Colégio Excelência (n = 15)
Augusto	11	A	14
Esther	11	A	13
Enzo	11	A	13
Cecília	11	A	11
Gustavo	11	B	13
Miguel	10	B	13

⁶ Destaca-se que a nota obtida no concurso de admissão é um registro pontual, e apenas uma representação virtual das habilidades matemáticas do estudante, visto que é necessário considerar a elaboração da prova; o momento de realização do concurso; o estado emocional, fatores idiossincráticos e socioeconômicos dos candidatos, entre outros aspectos.

3.5.2 Equipe participante

Em conformidade com as bases teórico-metodológicas admitidas neste estudo, reconhecemos o papel participante da pesquisadora na construção de conhecimento, entendendo que “o conhecedor é parte da matriz do que é conhecido” (DuBois, 1983, p. 11 apud Todd; Nerlich; McKeown, 2004, p. 4, **tradução nossa**). Como previamente mencionado, a pesquisadora havia sido estudante da instituição participante, essa particularidade a coloca em outro lugar simbólico em relação aos demais participantes, já que a experiência dos estudantes ressoa na história da pesquisadora como discente. Quando integrante do colégio, a pesquisadora estudou na instituição por sete anos, do 6º ano do ensino fundamental ao 3º ano do ensino médio, concluindo sua formação básica em 2014 - 9 anos antes do período de construção de dados da presente investigação. Em relação à cultura do colégio, a pesquisadora ingressou no colégio a partir das vagas reservadas para filhos de pessoas associadas à instituição governamental, e foi agraciada pelas premiações descritas acima, Estudante-Destaque, Promoção e Monitoria.

O papel da pesquisadora durante os procedimentos de investigação foi de mediadora. Em interação com os estudantes, a pesquisadora dava as instruções de cada etapa, sanava dúvidas sobre o processo de pesquisa, buscava possibilitar a participação de todos os estudantes e questionava os estudantes durante as Oficinas, a fim de entender ora os caminhos resolutivos que os participantes propunham para cada situação-problema, ora perguntando acerca da vivência deles durante a realização da questão.

A fim de auxiliar nos registros audiogravados e filmagens, a pesquisadora convidou uma colega do grupo de pesquisa *Eikasia* para participar da pesquisa como filmadora. Esta colega aceitou o convite para colaboração e se disponibilizou para estar presente nas três Oficinas de grupo (ver em 3.7 Procedimento). Logo, as filmagens e gravações de áudio foram realizadas por Giovana Chrisóstomo da Silva, na época, concluinte da graduação em psicologia da UFPE; Giovana era bolsista do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica - PIBIC/UFPE através do projeto "Processos Imaginativos em Situações de Crise", ID nº. 220718268, e estava sob orientação da professora Ana Karina Moutinho Lima. A participação da estudante na investigação constituiu parte das atividades de pesquisa desenvolvidas durante a vigência desta bolsa, no ano de 2023.

Anteriormente à realização dos registros de pesquisa, a pesquisadora se reuniu com a colega de laboratório para poder explicar sobre os objetivos e procedimentos da pesquisa. Como atribuições principais, a pesquisadora pediu à filmadora que fizesse os registros de áudio e vídeo das Oficinas e auxiliasse no monitoramento do tempo da Oficina, avisando a pesquisadora por meio de gestos combinados. A filmadora auxiliou também com toda a preparação do local das filmagens antes da chegada dos estudantes e na arrumação da sala após os registros. Ela foi apresentada aos estudantes no primeiro encontro com estes. Durante as Oficinas, a filmadora ficou em uma posição fixa, sentada à frente da pesquisadora, monitorando tanto o enquadre da câmera, como também os ruídos e registro do áudio por meio de um programa de computador.

3.6 Materiais

Foram utilizados três tipos de materiais para a realização desta pesquisa: (i) materiais para armazenamento; (ii) material de guia e (iii) materiais para atuação. Como materiais de armazenamento foram elencados: um celular com função vídeo-gravadora, uma câmera filmadora com tripé; um microfone condensador, e um *notebook*. O material de guia foi um roteiro de entrevista semiestruturada (Apêndice A).

Por fim, os materiais para atuação foram folhas de papel A4 em branco; seis canetas azuis ou pretas e quatro papéis A4 com uma situação-problema de matemática diferente impressa em cada papel. Tanto as folhas em branco como as canetas objetivaram servir de apoio para, caso os estudantes desejassem, pudessem utilizar para fazer os cálculos e representações. Já em relação as quatro questões matemáticas impressas, foi escolhido a utilização de situações-problema de matemática, pois – como já abordado na fundamentação teórica – este é um instrumento que pode disparar a imaginação dos que se propõe a resolvê-la (Brolezzi, 2015; Kotsopoulos; Cordy, 2009); além disso, a situação-problema requer uma série de ações (entre elas, compreender, identificar, planejar, executar, revisar) e não simplesmente a aplicação de uma fórmula, como em um exercício (Brasil, 1998). Assim, apesar dos dois tipos de atividades matemáticas poderem apresentar erros durante sua resolução, a situação-problema nos apresenta um cenário fictício que nos permite observar diferentes habilidades matemáticas do estudante e suas possíveis dificuldades que levariam ao erro.

As questões matemáticas deste trabalho nomeadas de Questão 1, Questão 2, Questão Extra e Questão 3. Em relação a essas, somente três das quatro questões disponibilizadas foram realizadas na pesquisa, sendo cada uma das três utilizadas em dias diferentes. Foi objetivo que

cada situação-problema de matemática apresentasse diferentes níveis de dificuldade, sendo a Questão 1 e a Questão Extra consideradas de nível fácil, a Questão 2 de nível intermediário e a Questão 3 a mais difícil. A escolha das questões de matemática se deu de forma processual ao longo das etapas do procedimento, sendo modelada através dos acontecimentos do campo de pesquisa, como será melhor explicitado no subtópico 3.7.3 Construção de registros de pesquisa. Abaixo serão apresentadas as situações-problema:

Questão 1

Após a consulta, a médica de Sandra prescreveu:

- I) Vitamina injetável (caixa com 3 ampolas) - realizar uma aplicação de 36 em 36 horas;
- II) Colírio – pingar uma gota em cada olho de 12 em 12 horas durante uma semana;
- III) Anti-inflamatório (caixa com 8 comprimidos) – tomar 1 comprimido de 8 em 8 horas.

Sandra iniciou o tratamento aplicando a vitamina injetável, pingando o colírio e tomando o comprimido às 8 horas de uma segunda-feira. Quando ela voltará a tomar os três remédios no mesmo horário?

(Fonte: SILVEIRA, E. Múltiplos e Divisores In: _____. **Matemática: Compreensão e Prática**. São Paulo. Ed. Moderna, 2015, p. 123.)

Questão 2

Um inteiro positivo é dito copeiro se a soma dos quadrados dos seus algarismos na representação decimal é igual a uma quarta potência. Por exemplo, 32111 é um número copeiro de 5 algarismos, pois $3^2 + 2^2 + 1^2 + 1^2 = 16 = 2^4$.

- (a) Existe um número de 3 algarismos tal que a soma dos quadrados dos algarismos é igual a 4^4 ?
- (b) Quais são os dois maiores números copeiros de 3 algarismos?

(Fonte: 44° Olimpíada Brasileira de Matemática; Fase única – Nível 1, 6° e 7° ano. Disponível em: https://www.obm.org.br/content/uploads/2022/11/obm2022_nivel1.pdf)

Questão Extra:

Ana escreveu cinco números em uma folha de papel. Escondendo cada um deles e somando os outros quatro, ela obteve os seguintes resultados: 32, 36, 41, 42 e 45. Qual é a soma do maior com o menor dos números que Ana escreveu?

(Fonte: adaptação da questão 7 da 8^o Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas, 2012, 1^o Fase, Nível 2, 8^o e 9^o ano. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/1bFeDAB7P912IXnSfdAKGwWXstWmMc1tR/view>)

Questão 3

Janaína quer pintar as casas de um tabuleiro 7×7 de vermelho, de azul ou de marrom, da seguinte maneira: em cada linha, o número de casas vermelhas não pode ser menor que o número de casas com cada uma das outras cores e, em cada coluna, o número de casas azuis não pode ser menor que o número de casas com cada uma das outras cores. Todas as linhas e colunas devem conter casas das três cores.

a) Pelo menos quantas casas serão pintadas de vermelho?

b) Quantas casas serão pintadas de marrom?

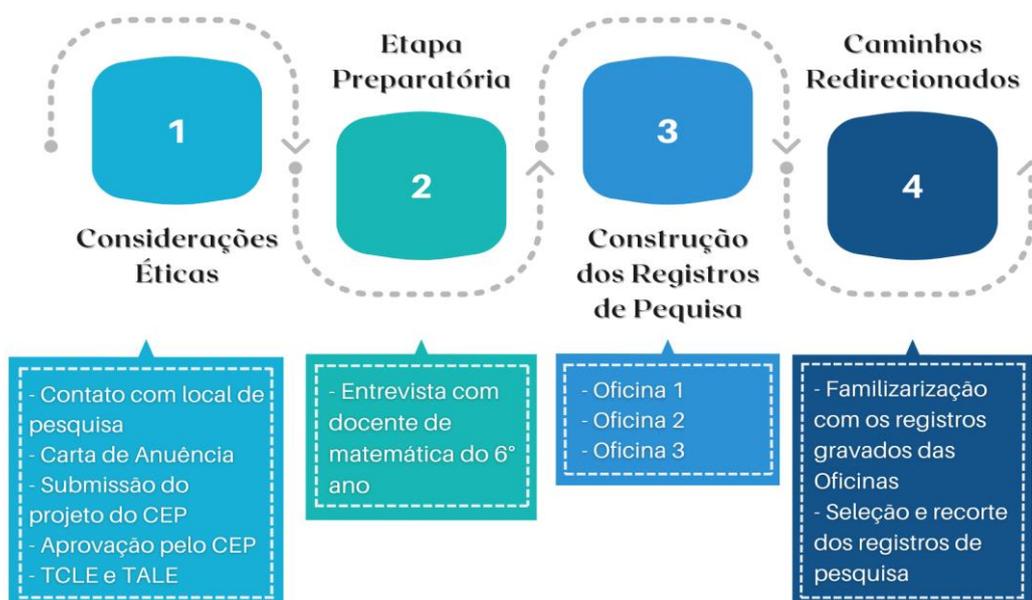
(Fonte: 38^a Olimpíada Brasileira de Matemática, 2^a Fase – Nível 2, 8^o Ou 9^o Ano, parte B Disponível em:

https://www.obm.org.br/content/uploads/2017/01/prova_2fase_nivel2_2016.pdf)

3.7 Procedimento

Nesta seção serão descritas as etapas sequenciais dos procedimentos de realização da pesquisa. Em síntese, o esquema a seguir representa a sequência a ser apresentada:

Figura 6 - Esquema das Etapas do Procedimento



Fonte: A autora (2024)

3.7.1 Considerações éticas

A presente investigação se comprometeu com os princípios éticos de pesquisa e, respaldada nas Resoluções nº 466/12 e nº 510/16 do Conselho Nacional de Saúde (Brasil, 2012, 2016), buscou assegurar respeito à dignidade, liberdade, confidencialidade e autonomia dos participantes. Para tanto, serão descritos os passos éticos necessários para a realização da pesquisa.

Inicialmente a pesquisadora entrou em contato com a supervisão escolar do Colégio Excelência ao final do ano letivo de 2022 e combinou com a supervisora escolar responsável uma visita ao colégio para dialogar sobre a possibilidade de participação da instituição na pesquisa. No dia e horário combinados, a pesquisadora explicou à supervisora escolar os objetivos e desenho do projeto de pesquisa e expôs o interesse pela participação da instituição, solicitando - caso de interesse mútuo do colégio - a Carta de Anuência para participação. Uma cópia do documento do projeto de pesquisa foi entregue nesta visita para a supervisora escolar, que posteriormente apresentou a proposta em reunião com a direção escolar. Dado o consentimento pela direção para a realização do trabalho nas instalações do colégio, foi assinado a Carta de Anuência e entregue a pesquisadora. A Carta, então, foi anexada ao projeto de pesquisa.

Em seguida, o projeto da presente investigação foi submetido eletronicamente para avaliação pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal de Pernambuco por meio da Plataforma Brasil. Após avaliação, o projeto foi aprovado sob número de CAAE: 67271923.0.0000.5208, mediante o Parecer Consubstanciado de nº 6.062.029.

Após aprovação, a pesquisadora reuniu-se novamente com a supervisão escolar para acordar sobre a escolha dos participantes, horários e locais para a realização da pesquisa. Além disso, a pesquisadora entregou para a supervisora escolar responsável um documento resumido dos passos necessários para a construção dos registros de pesquisa no colégio. Posteriormente, a supervisão escolar reuniu-se com a coordenação dos professores para expor o projeto, a fim de que a coordenação do 6º ano ficasse a par do que estaria acontecendo. Além disso, a supervisão escolar comunicou aos agentes escolares responsáveis pelo 6º ano sobre a pesquisa. O colégio disponibilizou uma sala de grupos do SAEE (Seção de Atendimento Educacional

Especializado) para a gravação das etapas de pesquisa e um horário de 50 minutos por semana para a realização dos encontros com os estudantes.

Posteriormente à conversa com a supervisão escolar, a pesquisadora entrou em contato com a professora de matemática do 6º ano do Colégio Excelência, re-apresentou o projeto de pesquisa, já que a supervisão escolar já havia apresentado em reunião, e a convidou para colaborar com a investigação. A professora concordou com a participação por meio da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE, ver modelo no Apêndice B).

A pesquisadora elaborou uma carta-convite para cada um dos estudantes que estavam de acordo com os critérios de elegibilidade e seus familiares (ver modelo no Apêndice E). A carta-convite foi impressa juntamente com os Termos de Consentimento e Assentimento Livre Esclarecido (TCLE e TALE, ver modelos nos Apêndices C e D). Nesses documentos foram expostos o propósito da investigação, seus benefícios e riscos e a possibilidade, com a isenção de ônus, de desistência da participação. A pesquisadora entregou a carta-convite, o TALE e o TCLE aos agentes escolares do 6º ano e instruiu-os a entregar esses documentos aos estudantes selecionados e recolher após a escolha dos estudantes e dos pais sobre a participação ou não na pesquisa. Como retorno, todos os seis estudantes e responsáveis haviam autorizado a participação na pesquisa por meio da assinatura nos documentos de consentimento. Ressalta-se que foi explicado sobre a possibilidade de desistência em qualquer parte do processo de pesquisa, contudo todos os estudantes decidiram permanecer até o fim e realizaram todas as etapas de construção de registros.

Pontua-se que no dia em que a pesquisadora foi ao Colégio Excelência recolher os documentos de consentimento, ela conversou rapidamente com os estudantes, a fim de se apresentar brevemente e combinar o dia para a realização do primeiro encontro com os estudantes.

Com a finalidade de preservar a identidade da instituição e dos estudantes participantes, foram adotados nomes fictícios para eles. Ainda sobre o princípio (e dever) da confidencialidade, os registros de pesquisa desta pesquisa (filmagens, gravações de áudio e fotografias) ficarão armazenados em pastas de arquivos com senha no computador pessoal da pesquisadora, sob responsabilidade desta.

3.7.2 Etapa preparatória

Em preparação para a construção de registros de pesquisa, a pesquisadora realizou uma entrevista semiestruturada com a docente de matemática do 6º ano do Ensino Fundamental do colégio participante. A realização da entrevista com a docente teve por finalidade entender um pouco mais do contexto simbólico e relacional de ensino da matemática no qual os estudantes estão imersos e co-constroem. Embora vários agentes da educação sejam parte da vivência dos discentes, conforme estudado por Steuer e colaboradores (2013), à vista dos estudantes, o docente tem um papel primordial na cultura do erro em sala de aula de matemática.

A entrevista ocorreu presencialmente e teve duração de uma hora e trinta e sete minutos, sendo audiogravada. O roteiro de entrevista foi subdividido em três tópicos principais, a saber: a formação docente da profissional entrevistada, a prática docente na instituição pesquisada (inclusive no que se refere ao acerto e erro de uma atividade matemática) e o conteúdo programático de matemática do 6º ano do ensino fundamental. Para além das perguntas previstas, foi observado um interesse da docente pelo tema de pesquisa, que comentou sobre de maneira livre, sendo encorajada pela pesquisadora.

Para além da entrevista, a professora de matemática auxiliou a pesquisadora durante a realização da pesquisa, orientando sobre práticas atuais do colégio, indicando questões matemáticas para a realização da pesquisa e facilitando a comunicação com os estudantes participantes.

3.7.3 Construção de registros de pesquisa

A construção de registros de pesquisa ocorreu de forma presencial em três encontros com o grupo de estudantes, a pesquisadora e a filmadora, no período compreendido entre os meses de maio e junho de 2023. Esses encontros foram nomeados de Oficina 1, Oficina 2 e Oficina 3 e tiveram espaçamento mínimo de uma semana entre cada uma delas. As três Oficinas foram áudio e vídeo-gravadas pelos materiais de armazenamento anteriormente descritos. Foram feitas videografações de dois ângulos diferentes. Esses registros foram essenciais para posterior retomada dos acontecimentos e análise microgenética videográfica.

Os três encontros apresentaram dinâmicas semelhantes entre si, sendo subdivididos em dois momentos contínuos: o primeiro sendo uma atividade direcionada (uma situação-problema de matemática aberta) e, no segundo momento, uma entrevista semiestruturada com o grupo de

estudantes sobre a vivência da resolução da atividade proposta, explorando cenários imaginativos e factuais sobre o acerto e erro da questão, o sentido do errar para os estudantes, professores, colegas de classe e para os responsáveis.

Inicialmente, havia sido planejado que o material para a primeira parte das Oficinas, três situações-problema de matemática, seria construído pela professora de matemática do 6º ano a partir de um conteúdo já ministrado aos estudantes naquele ano escolar. Nesse sentido, a professora de matemática foi contatada pela pesquisadora, que solicitou à docente a construção das três situações-problema para serem utilizadas nas Oficinas. Das questões enviadas pela professora de matemática, uma era uma situação-problema, enquanto as outras duas eram exercícios, ou seja, aplicação direta de um cálculo. Devido a isto, os exercícios foram descartados e a situação-problema foi utilizada na Oficina 1. Após a Oficina 1, a pesquisadora contatou novamente a professora de matemática, conversando sobre os tipos de situação-problema que seriam desafiadoras para os participantes da pesquisa, mostrando exemplos, e foi pedido que a docente construísse duas situações-problema para a atividade de pesquisa. A professora aceitou o convite e enviou para a pesquisadora algumas questões de matemática, mas novamente as questões eram do tipo de exercício e não situação-problema. Assim, a escolha das outras duas situações-problema de matemática para as Oficinas 2 e 3 se deu de forma processual ao longo das etapas da construção de registros, sendo modelada através dos acontecimentos do campo de pesquisa, como será explorado mais adiante.

A seguir, descreveremos a realização das três Oficinas que culminaram na construção dos registros de pesquisa:

3.7.3.1 Realização da Oficina 1

No dia acordado para a Oficina 1 com os estudantes, a pesquisadora buscou os participantes no horário combinado nas duas salas de aula e guiou o grupo para a sala onde foram realizadas as Oficinas. Ao chegar na sala, previamente organizada pela pesquisadora e filmadora, os estudantes se dirigiram para uma cadeira de sua escolha ao redor de uma mesa. A filmadora já se encontrava posicionada junto ao *notebook* e o celular com função gravadora.

Após todos os participantes terem se acomodado ao redor da mesa, a pesquisadora buscou estabelecer vínculo com os estudantes e explicitou os procedimentos e objetivos da pesquisa. A investigadora principal ainda apresentou a si e a filmadora, e convidou os

estudantes a se apresentarem. Foram realizadas perguntas para entender a percepção dos estudantes sobre o colégio, a professora de matemática e o interesse na matéria.

Em seguida a conversa inicial, a pesquisadora introduziu as instruções da atividade a ser realizada: “No nosso encontro de hoje eu vou passar um probleminha de matemática para vocês resolverem em conjunto. Vocês podem pedir opinião um do outro, e eu vou estar aqui para auxiliar, caso vocês tenham alguma dúvida. Vocês têm canetas e papel, caso queiram utilizar. Vocês terão 20 minutos para conseguir resolver. Quem gostaria de iniciar lendo a questão?” Após as instruções, a pesquisadora colocou em cima da mesa o papel A4 com a questão impressa. Então, um dos estudantes fez a leitura da questão e o grupo iniciou a resolução. Durante a realização da questão, a pesquisadora teve o papel de mediadora, como anteriormente descrito.

Pontua-se que, durante a realização desta questão com o grupo de estudantes, uma das discentes reconheceu a questão como uma das atividades do livro didático de matemática, a qual ela já tinha realizado. Os outros participantes não conheciam a questão. Embora este fato desponte uma dinâmica diferente da originalmente projetada, já que era esperado situações-problema inéditas, isso não impossibilitou que os objetivos primários fossem alcançados, por isso a atividade foi mantida. Com o término da realização da situação-problema pelos estudantes, a investigadora deu prosseguimento à Oficina com a entrevista semiestruturada.

A resolução da questão foi concluída quando os estudantes afirmaram à pesquisadora qual foi a resposta encontrada. Assim, em ato contínuo, iniciou-se a segunda parte da Oficina, com a entrevista semiestruturada, guiada pelo roteiro. Perguntas foram acrescidas conforme questões fossem surgindo a partir da dinâmica de grupo e se encerrou tanto devido ao horário, como também quando a pesquisadora percebeu que havia atingido os objetivos do encontro. Ao final da Oficina, a pesquisadora e os estudantes combinaram o dia para o próximo encontro. Como os estudantes informaram que na semana seguinte seriam realizadas suas provas, a Oficina 2 ficou marcada para acontecer duas semanas após a primeira Oficina.

3.7.3.2 Realização da Oficina 2

A Oficina 2 ocorreu de maneira similar à primeira Oficina. A pesquisadora e a filmadora organizaram a sala previamente à chegada dos estudantes. Enquanto a filmadora já estava posicionada na sala de aula, a pesquisadora buscou os participantes e os acompanhou para a sala de grupo do SAEE. Já na sala, a pesquisadora conversou com os estudantes sobre como

tinham sido as provas escolares e o que eles tinham achado da Oficina anterior e instruiu quanto a realização da segunda situação-problema.

Para o segundo encontro, no entanto, a pesquisadora optou por apresentar a possibilidade de escolha entre duas questões para os estudantes. Para isso, após a conversa inicial com os discentes, a pesquisadora comunicou aos estudantes a existência de duas questões, uma fácil e uma difícil, e foi pedido que eles, como grupo, escolhessem qual nível de questão desejavam fazer e justificar sua escolha, sem, contudo, realizar a leitura das questões de antemão. A pesquisadora instruiu: “Hoje eu trouxe uma questão de matemática fácil e uma difícil e eu convido vocês a escolherem qual vocês querem fazer. [...] Por que vocês escolheram essa questão? [...] Lembrando que vocês devem realizar essa atividade em conjunto, tá certo? Podem ficar à vontade para utilizar o papel.” A questão escolhida pelos estudantes foi denominada de Questão 2, já a outra, que não foi utilizada, foi nomeada Questão Extra. Após a escolha dos estudantes, a Questão 2 foi colocada acima da mesa para visualização dos estudantes, enquanto a Questão Extra permaneceu guardada.

A alteração da dinâmica da Oficina, permitindo que os estudantes escolhessem o nível da questão a ser realizada, visou oportunizar a imaginação do grupo sobre seu possível desempenho frente a questões de diferentes níveis. Sobre isso, Dweck e Repucci (1973), Dweck (1975), Dweck (2000) afirmam que a abertura ou não para questões desafiadoras é uma característica importante nos estudantes que vivenciam o erro.

É necessário fazer algumas pontuações sobre as questões selecionadas para Oficina 2. Registra-se que as duas opções de questões possuíam nível de complexidade acima da questão anteriormente realizada na Oficina 1. A delimitação de questão fácil ou difícil para a escolha dos estudantes foi determinada pela pesquisadora a partir da complexidade de passos para serem realizados a fim de solucionar a questão.

Quanto a escolha da situação-problema para a Oficina 2, a pesquisadora optou por buscar pessoalmente situações-problema desafiadoras, as quais a resolução fosse possível apenas com os assuntos matemáticos já ministrados aos estudantes, como indicado em conversa com a professora do 6º ano. Por isso, a pesquisadora fez uso do banco de questões disponibilizado pela OBM e OBMEP. Estas provas são compostas de situações-problemas de matemática, ora com pergunta aberta, ora com alternativas. No Ensino Básico essas provas se organizam em três níveis: Nível 1, questões destinadas ao 6º e 7º ano, Nível 2, questões

previstas para o 8º e 9º ano e Nível 3, questões para os estudantes do Ensino Médio. Enquanto a OBMEP já realizou 18 edições e apresenta duas fases, a OBM conta com 45 edições, sendo a maioria delas em três fases. Contudo, desde 2017, em sua 39ª edição, a OBM é realizada em fase única, apenas para alguns estudantes convidados a partir da pontuação obtida na segunda fase da OBMEP. Logo, atualmente a OBMEP funciona como uma fase classificatória e anterior à OBM. Para a Oficina 2, a pesquisadora selecionou uma questão da OBM de fase única do Nível 1 e outra questão da primeira fase da OBMEP de nível 2 (ver questões no subtópico 3.5 Materiais). A questão escolhida da OBMEP ainda foi adaptada de duas maneiras: (i) em vez de fornecer alternativas, a pesquisadora somente deixou a pergunta em aberto; e (ii) alterou os valores apresentados na questão original (29, 32, 35, 39 e 41) para os valores 32, 36, 41, 42 e 45.

Antes da data para realização da atividade com o grupo, a pesquisadora resolveu as questões selecionadas, conferindo posteriormente o gabarito divulgado. Isso porque a pesquisadora buscou experimentar quais seriam as prováveis dificuldades ou caminhos resolutivos possíveis de serem seguidos. Isso permitiu que a pesquisadora estivesse atenta aos caminhos resolutivos e contribuições dos estudantes à medida que acontecia a Oficina.

Após a escolha pelo grupo de estudantes da questão a ser realizada naquele dia, a pesquisadora convidou para que um dos participantes lesse a questão, o que deu início à resolução da questão pelo grupo. Após a conclusão da questão, a pesquisadora realizou a entrevista semiestruturada (que teve o mesmo roteiro da Oficina 1) e, por fim, combinou com os estudantes o dia para a realização da Oficina 3, uma semana após a Oficina 2.

3.7.3.3 Realização da Oficina 3

Por último, a preparação para o terceiro encontro com os estudantes foi bastante similar à preparação para o segundo, com exceção de que apenas uma questão foi selecionada. A seleção da questão foi realizada a partir dos bancos de provas da OBM e OBMEP, sendo definida uma questão da 2ª fase da OBM do Nível 2, ou seja, um nível a mais do que o indicado para o ano escolar dos participantes, sendo mais difícil que as questões selecionadas até então. Frisa-se que, apesar do nível de dificuldade ser maior, a questão poderia ser solucionada a partir dos conhecimentos matemáticos já ministrados aos estudantes. Dessa vez, contudo, não foi dada a opção de escolha da questão, já que ao final da Oficina 2, os estudantes, em conversa com a

pesquisadora, haviam solicitado uma questão com um nível de dificuldade acima da realizada. A pesquisadora solucionou a questão escolhida previamente à Oficina.

No dia combinado para a realização da Oficina 3, a pesquisadora e filmadora organizaram a sala com os materiais de armazenamento, os papéis e canetas momentos antes da chegada dos estudantes. A filmadora já se posicionou em seu lugar habitual, enquanto que a pesquisadora buscou os estudantes em sua sala e os acompanhou até a sala onde estavam sendo realizadas as Oficinas. Após acomodação dos participantes, a pesquisadora conversou com os estudantes sobre o que estavam achando do processo de pesquisa e instruiu-os sobre a realização da situação-problema daquele dia: “Hoje eu trouxe uma situação-problema para vocês resolverem. Vamos tentar fazer como nas últimas vezes e realizar a questão em grupo, tá bom? Vou deixar o papel da questão no centro da mesa. Lembrando que você tem 20 minutos para poder tentar realizar ela. Depois, iremos discutir como foi.”

Um dos estudantes fez a leitura da questão, e o grupo iniciou a resolução da questão. Após o término da resolução, foi realizada a entrevista semiestruturada com o mesmo roteiro das outras duas Oficinas. Ao final da Oficina, a pesquisadora agradeceu a participação dos estudantes e perguntou se estes haviam comentários e sugestões a fazer, que foram ouvidos atentamente. Concluída a Oficina, eles foram acompanhados pela pesquisadora de volta às suas salas de aula.

O conjunto total de gravações de áudios e vídeos de todas as etapas tem aproximadamente sete horas e meia de duração. Essa coleção de registros de pesquisa apresenta uma grande riqueza e abundância de informações. Devido a fundamentação teórica que privilegia o processo e escolha analítica microgenética, a quantidade de registros é incompatível com o tempo disponível para análise, sendo, portanto, necessário fazer um recorte estratégico, como será explicado na próxima seção.

3.7.4 Caminhos redirecionados: reconsiderando a proposta metodológica inicial

Após o período em campo, deparamo-nos com um dos (alegres) impasses da pesquisa qualitativa: como escolher um recorte dentre a quantidade notável de registros construídos? Neste projeto, essa não foi uma pergunta com uma resposta fácil e rápida. Para tanto, a pesquisadora revisitou todas as gravações e buscou se familiarizar com o conteúdo gravado. Esse período pós-procedimentos também foi aproveitado para realizar a transcrição verbal e

não verbal de algumas Oficinas, o que permitiu um contato mais intenso com as falas e gestos dos participantes.

Nesta ocasião, enquanto revia as gravações, a resolução de situações-problemas pelos estudantes (momento inicial das Oficinas) chamou bastante atenção da pesquisadora, pois foi percebido um movimento constante da imaginação relativa ao erro em diferentes momentos da resolução das questões. À princípio, a primeira parte da Oficina foi pensada pela pesquisadora, professora orientadora e a professora co-orientadora como um disparador para a entrevista semiestruturada que seria realizada em seguida à resolução, já que imaginava-se que o erro em matemática seria um assunto pouco abordado pelos estudantes durante o processo de resolução de uma atividade, embora presente como dinâmica inerente do acerto-erro na busca da solução. Essa expectativa estava baseada na discussão promovida por Heinze e colaboradores (2012), a qual apontam que estudantes, embora reconheçam a importância dos erros, não fazem uso deles em seus estudos de matemática, nem conversam sobre esses erros. Era esperado, por exemplo, que neste momento primeiro da Oficina a pesquisadora fosse a fonte primária dos comentários sobre o errar, estimulando o grupo a partir de perguntas como: “Por que vocês acham que é ‘essa’ solução e não ‘aquela’?”. Contudo, após o contato mais detalhado com essa fase, reconheceu-se que ela não poderia ser desconsiderada, já que os próprios estudantes estavam abordando sobre suas hipóteses relativas ao erro em caminhos resolutivos.

Devido às observações pré-analíticas dos registros, nas quais se percebeu os estudantes interagirem em grupo compartilhando sobre possíveis erros, notou-se a possibilidade da parte inicial da Oficina oferecer recursos para entender mais sobre como o imaginar o errar é um processo presente para os estudantes durante a realização de atividade matemática. Assim, em conversa com as orientadoras, foi decidido que o novo foco da análise deste trabalho iria ser direcionado para a parte resolutiva da Oficina. Esta escolha foi motivada pela possibilidade de entender como a imaginação sobre o errar atua sobre o raciocínio resolutivo dos estudantes enquanto este se constitui, e sob qual enredamento circunstancial a imaginação se desenrola. Dessa forma, foi alterado o foco do trabalho de dissertação, sendo, por isso, reajustados os objetivos. Embora as informações relatadas na entrevista após a resolução da atividade também possam dar luz sobre esse tema, um dos grandes benefícios desse recorte é poder ver o processo durante seu desenrolar, isto é, acompanhar a emergência, a transformação e interação do fenômeno com os recursos disponíveis.

Como consequência da escolha dos registros, as sete horas, vinte oito minutos e vinte e oito segundos de gravações totais foram reduzidas para três horas, cinco minutos e cinquenta e quatro segundos.

Assim, como recorte final para este trabalho, utilizaremos os três encontros da Oficina, limitando-se a parte inicial de cada encontro, no qual os estudantes foram convidados pela pesquisadora a resolver conjuntamente situações-problemas de matemática. Ressalta-se que cada encontro foi filmado a partir de dois ângulos diferentes, pelas câmeras 1 e 2, e também áudio-gravado por um microfone condensador. O quadro abaixo sintetiza os registros escolhidos.

Quadro 2: Síntese dos registros de pesquisa escolhidos

ETAPA	Oficina 1 (Parte I)	Oficina 2 (Parte I)	Oficina 3 (Parte I)
<i>Duração do recorte selecionado</i>	Câmera 1: 14m 56s Câmera 2: 15m 01s Microfone: 14m 40s	Câmera 1: 26m 46s Câmera 2: 26m 24s Microfone: 26m 40s	Câmera 1: 20m 22s Câmera 2: 20m 32s Microfone: 20m 33s
<i>Objetivo</i>	Observar a dinâmica imaginativa do errar dos estudantes enquanto realizam atividade matemática.		
<i>Participantes</i>	Seis estudantes do 6º ano		
<i>Equipe Participante</i>	Pesquisadora e Filmadora		
<i>Quando</i>	Dia 1 (23/05/2023)	Dia 2 (06/06/2023)	Dia 3 (13/06/2023)
<i>Instrumentos</i>	Questão 1 Papéis A4 em branco + canetas Câmera Filmadora; Função Vídeo do Celular; Microfone Condensador; <i>Notebook</i>	Questão 2 + Questão Extra Papéis A4 em branco + canetas Câmera Filmadora; Função Vídeo do Celular; Microfone Condensador; <i>Notebook</i>	Questão 3 Papéis A4 em branco + canetas Câmera Filmadora; Função Vídeo do Celular; Microfone Condensador; <i>Notebook</i>

3.8 Procedimento analítico

O processo analítico neste estudo se baseará nos fundamentos da análise microgenética histórico-cultural (Fogel *et al.*, 2006; Fogel; Garvey, 2007; Garvey; Fogel, 2008), apoiando-se na lógica e procedimento da Grounded Theory (Birks; Mills, 2015; Foley; Timonen, 2015; Kluge, 2000). Para tal, entendemos que o foco de nossa investigação é um processo de desenvolvimento interacional e histórico, no qual é melhor entendido quando acompanhado antes, durante e após as mudanças detectadas (Fogel *et al.*, 2006; Fogel; Garvey, 2007; Garvey; Fogel, 2008).

A utilização do apoio da Grounded Theory se justifica porque, em contraste com o objeto de interesse do estudo promovido por Fogel e colaboradores (2006), o processo de imaginar o errar ainda não foi descrito. Quando formulada, a análise microgenética histórico-cultural utilizou-se de um processo desenvolvimental já estabelecido e descrito na literatura, a comunicação da díade mãe-bebê (Fogel *et al.*, 2006). Devido a isso, os autores puderam se basear nas descrições de padrões interacionais já demarcados (o *frame* social, o *frame* objeto guiado, o *frame* objeto não guiado e o *frame* misto social-objeto, ver Fogel *et al.*, 2006) para poder acompanhar a transição entre esses padrões nas díades participantes. Tendo isso em vista, a Grounded Theory facilitará a identificação de padrões interacionais do imaginar o errar a partir dos registros construídos neste estudo.

Explicando brevemente, a Grounded Theory é um método qualitativo de pesquisa que busca entender fenômenos sociais e desenvolver teorias e conceitos a partir dos registros de pesquisa, sem um quadro teórico pré-concebido (Birks; Mills, 2015; Foley; Timonen, 2015). Nesse sentido, ela vai na direção oposta das pesquisas que buscam testar teorias, ao partir de registros específicos e situados para descrever fenômenos mais gerais. Para isso, esse método se utiliza de comparações constantes dos registros para construir conceitos, categorias e relacionamentos (Foley; Timonen, 2015; Kluge, 2000). Ao buscar detalhadamente similaridades e diferenças, a Grounded Theory atenta-se para identificar condições que modulam a experiência do participante a fim de emergir categorias creditáveis e confiáveis (Birks; Mills, 2015; Foley; Timonen, 2015).

A fim de sistematizar o processo de construção de padrões e dimensões que não existiam *a priori* pela Grounded Theory, Kluge (2000) descreveu um processo de quatro estágios. O primeiro estágio consiste em identificar, no fenômeno de interesse, as similaridades e diferenças

e propor dimensões ou padrões de análise. O próximo passo, o estágio 2, o pesquisador agrupará os registros de pesquisa nos recém-formulados padrões a fim de entender se há congruência entre os exemplos de um mesmo padrão e divergência entre os registros de padrões diferentes. O estágio 3 dessa construção de padrões busca entender se há relação entre os padrões construídos, a fim de condensar os padrões ou notar a necessidade de reformulação de padrões. Esses três primeiros estágios são cíclicos até que o pesquisador considere que os padrões encontrados são consistentes. Por fim, no estágio 4 proposto por Kluge (2000), o pesquisador descreve cada um dos padrões construídos, caracterizando-os. Nesse sentido, esse método permitirá construir padrões para o imaginar o errar.

Partindo para o processo de análise em si, em um primeiro momento, após a co-construção dos registros de pesquisa, a pesquisadora debruçou-se sobre as gravações, buscando familiarizar-se com o material. Nesse sentido, a pesquisadora assistiu e re-assistiu às gravações das Oficinas sob os diferentes ângulos de filmagem sem uma intencionalidade à priori, além de observar o desenrolar dos acontecimentos. Já nesse primeiro contato com o material, foi possível perceber que, embora a pesquisadora tenha colaborado ativamente como participante do grupo, a sua percepção da Oficina foi distinta ao reassistir. Em outras palavras, foi possível reconhecer que o papel da pesquisadora como participante-mediadora na Oficina e como investigadora-analítica dos registros são distintos.

Ainda como parte da familiarização do material, a pesquisadora realizou a transcrição da parte selecionada das Oficinas, ou seja, desde a conversa inicial com os estudantes até a resposta final que o grupo dá à pesquisadora em razão da situação-problema proposta. Inicialmente foi realizada a transcrição verbal e não-verbal literal e fiel dos registros, ou seja, em paralelo às falas dos participantes, foi descrita também a movimentação do grupo e gesticulação dos participantes. Contudo, foram observadas algumas limitações nesse primeiro formato da transcrição: a impressão causada pela leitura da transcrição era de linearidade no funcionamento do grupo, enquanto que na Oficina de fato houveram diversas interrupções entre um participante e outro, sobreposição de falas, falas concomitantes, subgrupos se formando e reformulando e subgrupos trabalhando simultaneamente. Sendo assim, a transcrição poderia ser um obstáculo para a observação do processo de co-construção dinâmica. Para sobrepujar esta dificuldade, chegou-se a uma nova organização da transcrição, que permitiria observar o desenrolar das trocas interpessoais ao longo do tempo: a demarcação temporal das falas e

gestos, com a unidade referencial dos segundos. Dessa maneira, ao finalizar a **primeira etapa** dos procedimentos analíticos, obtivemos a transcrição microgenética das três Oficinas.

A **segunda etapa** dos procedimentos analíticos foi a determinação e identificação da unidade de análise no material. A fim de demarcar a unidade de análise, utilizaremos o conceito de Espiral Imaginativa proposto por Zittoun e colaboradores, como o movimento simbólico da consciência que se daria em uma sequência temporal, partindo do desprendimento da situação do aqui-e-agora ao seu reengajamento (Zittoun, 2020; Zittoun; Gillespie, 2016). Neste estudo, foi definido que a unidade de análise que nos permite responder ao problema proposto é a espiral imaginativa referente ao processo de errar em atividade matemática. Isto porque, ao identificar cada espiral imaginativa sobre o errar, podemos entender como ela atua durante a resolução do problema proposto. Neste estudo denominaremos cada fragmento contendo a Espiral Imaginativa do errar de **Episódio**, que será um segmento da Oficina que se inicia com um gatilho, tem sua dinâmica voltada ao processo de errar em uma atividade matemática e se encerra com o desfecho.

Voltando-se para a transcrição microgenética, a pesquisadora releu todo o material quantas vezes achou necessário, em busca de identificar Episódios. Para isso, foram tomados alguns cuidados: durante a leitura da transcrição, embora houvesse momentos da Oficina em que tanto a temática do erro aparecesse na fala dos participantes, contudo não em um movimento imaginativo, quanto momentos os quais eram identificados espirais imaginativas durante a realização da resolução da situação-problema, mas que não faziam referência ao errar, ou mesmo não estava referido à resolução de situação problema de matemática, esses não eram selecionados como recortes já que a unidade analítica escolhida foi a espiral imaginativa do errar em resolução de problemas matemáticos.

Ao iniciar essa etapa, foi feita uma primeira leitura na transcrição de cada Oficina, e foram destacadas trocas comunicativas que pareciam apontar para a dinâmica imaginativa do errar. Após esse primeiro momento, a pesquisadora buscou identificar semelhanças e diferenças entre esses recortes iniciais, a fim de entender o que se configuraria naqueles registros como o imaginar o errar, ainda que de maneira superficial. Em seguida, a pesquisadora retornou aos registros transcritos e buscou identificar a existência de outros Episódios e verificar a pertinência dos já selecionados. Como critérios, a pesquisadora buscou identificar se as trocas comunicativas eram imaginativas, e se estas se referiam a temática dinâmica do erro-acerto.

Esta etapa foi concluída quando, após inúmeras releituras, chegou-se no ponto em que nenhum Episódio foi adicionado ou retirado.

Após a identificação de todos os Episódios, estes foram nomeados de forma a poder indicar qual a Oficina em que ocorreu, e qual sua ordem naquela oficina. Por exemplo, o primeiro episódio da primeira Oficina foi nomeado de OF01EP01. Logo, o modelo para designação de cada Episódio se dá pela abreviação OF seguida do número 01, 02 ou 03, em referência ao número da Oficina, e a abreviação EP seguida do número referente à ordem do Episódio. Assim, por exemplo, o Episódio OF03EP05 corresponde ao quinto Episódio da Oficina 3.

A **terceira etapa** do processo analítico, em consonância com o objetivo específico a), visou observar como o imaginar o errar atua sobre a resolução de problemas matemáticos. Em outras palavras, buscou-se entender de que maneira imaginar o errar medeia a resolução de problemas dos estudantes: há dinâmicas específicas? O que acontece durante o processo imaginativo sobre o errar? Para isso, buscou-se construir e descrever padrões de mediação da dinâmica imaginativa do errar na resolução de um problema matemático. Com essa finalidade, a pesquisadora voltou-se para cada Episódio, e esforçou-se para descrever detalhadamente as ações que compunham a espiral imaginativa. Feito isso, utilizou-se o método de construção de padrões de Kluge (2000). No primeiro momento, buscou-se as similaridades e diferenças nas descrições das ações da espiral imaginativa, construindo padrões iniciais. No estágio seguinte, a pesquisadora agrupou os Episódios nos padrões construídos, e buscou perceber se havia congruência entre os exemplos de um mesmo padrão e divergência entre os Episódios de padrões diferentes. No terceiro estágio, a pesquisadora observou se haveria relação entre os padrões, a fim de condensá-los ou especificar melhor os padrões. Por fim, foi realizada a descrição de cada padrão de mediação da espiral imaginativa do errar na resolução de situações-problema de matemática.

Dando seguimento, a **quarta etapa** especificou o olhar da espiral imaginativa como um todo para os elementos imaginativos constitutivos desta e teve como objetivo identificar os elementos iniciais e finais da espiral imaginativa do errar e construir e descrever padrões desses elementos. Assim como descrito pelo modelo sistemático elaborado por Zittoun e colaboradores (Gfeller; Zittoun, 2021; Zittoun; Gillespie, 2016), a espiral imaginativa é disparada por um gatilho e finalizada com o desfecho. Essa etapa corresponde ao objetivo específico b) e c) e sua importância consiste em entender quais condições e elementos provocam a ruptura da

imaginação (gatilho) e quais contribuições ou novidades a dinâmica imaginativa proporciona à resolução de problemas de matemática (desfecho). Desse modo, para cada Episódio busca-se identificar gatilhos e desfechos, quais trechos de fala ou gestos correspondem a cada elemento imaginativo. Tendo realizado a identificação, fez-se uso novamente do processo de construção de padrões de Kluge (2000) para identificar os padrões de gatilhos e desfechos. Dito isso, a pesquisadora se deteve inicialmente aos gatilhos e procurou aplicar os quatro estágios de Kluge. De mesmo modo, fez com os desfechos.

As etapas até esse momento, e seus objetivos correspondentes, visam entender sobre o processo de imaginar o errar em si, como ele atua em atividades matemática, voltando-se também para quais circunstâncias e elementos socioculturais facilitam sua emergência, e quais frutos o imaginar o errar proporciona para o grupo de estudantes para a resolução de situações-problema. Dando seguimento aos objetivos, as próximas etapas buscam compreender como o imaginar o errar modifica a resolução de situações-problema de matemática. Em outras palavras, identificar níveis de mudança do imaginar o errar. Para isso, como descrito pela teoria da análise microgenética histórico-cultural (Fogel *et al.*, 2006), é preciso entender quais os padrões desenvolvimentais existentes (*frames*) e identificar como se dá o processo de transição entre esses padrões.

Logo, iniciaremos identificando os padrões desenvolvimentais existentes, os *frames*. Retomando o conceito de *frame*, Fogel e colaboradores o descreve como “segmentos de coação que têm um tema coerente, que ocorrem em um local específico (no espaço ou no tempo) e que envolvem formas particulares de coorientação mútua entre os participantes” (Fogel *et al.*, 2006, p. 49, **tradução nossa**). Nesta pesquisa, foi identificado que os frames co-construídos pelos estudantes para a resolução de atividade matemáticas nada mais seriam do que fases da resolução de problemas, visto que, como observado por Polya (1995), a resolução é composta por padrões de ações e questionamentos similares em momentos específicos da resolução.

Para isso, a **quinta etapa** da análise se voltou para o processo resolutivo da situação problema. Como base para esta análise, foi utilizado o modelo de Polya para identificar as fases da resolução de problemas de cada Oficina, objetivo específico d). A pesquisadora, então, releu todas as Oficinas, buscando demarcar que fase correspondia a cada dinâmica interacional do grupo. Para facilitar a compreensão das fases ao longo do tempo, foi construído como recurso gráfico uma “linha do tempo”, uma barra em que foram feitas demarcações em cores diferentes do início e fim de cada fase resolutiva. Assim, o início de uma fase correspondendo a algum

tipo de expressão (verbal ou não) que apontasse para uma operação típica desta fase. O fim da demarcação de uma fase se daria ao iniciar-se outra fase. Ademais, para acompanhar a passagem do tempo, foi colocada uma barra superior à “linha do tempo” das Oficinas, sinalizando em unidades de um minuto. À vista disso, obteve-se uma barra gráfica colorida e temporalmente demarcada que auxiliou a identificação dos momentos em que ocorriam cada etapa, e uma visualização prática e simples da disposição das fases resolutivas ao longo do tempo. Esta etapa serviu de base para a análise do desenvolvimento do erro na resolução de problemas da próxima etapa.

Por fim, para entender o processo de transição entre os *frames*, em especial devido a mudança ocasionada pelo imaginar o erro, a **sexta etapa**, foi adicionada uma barra inferior à “linha do tempo” da resolução de cada situação problema em que demarcava a presença do processo imaginativo do erro. Tornou-se possível, então, verificar por meio gráfico em que momentos a imaginação do erro estava presente e a correspondência às fases da resolução de problemas. Dessa forma, visou-se entender em que momentos o imaginar o erro permite o grupo de estudantes transitar de um *frame* para outro, e em que momentos o imaginar o erro permaneceu em um mesmo *frame*.

Para cada Episódio, então, visualizou-se a representação gráfica, juntamente com a transcrição das Oficinas, para poder categorizar qual nível de mudança a espiral imaginativa de cada Episódio correspondia, respondendo ao objetivo específico e). Para isso, se apoiou nos níveis de mudança propostos por Fogel e colaboradores (2006): variabilidade ordinária, inovação e mudança emergente – como descritos na fundamentação teórica. Em suma, caso a espiral imaginativa do erro estivesse presente em diferentes *frames*, esta foi classificada como uma mudança de nível 3, mudança emergente. Já caso a espiral imaginativa do erro estivesse presente em um mesmo *frame*, buscou observar na transcrição se a interação entre os estudantes viabilizou uma novidade para além do que já estava estabelecido naquele *frame* (uma inovação, nível de mudança 2) ou variações do mesmo tipo de raciocínio (uma variabilidade ordinária, nível de mudança 1).

Para sintetizar as etapas do processo analítico, representa-se a Figura 7 abaixo:

Figura 7: Síntese do processo analítico

- 01** Familiarização e transcrição microgenética dos registros de pesquisa
- 02** Identificação da unidade de análise (Episódio)
- 03** Construção de padrões de mediação da espiral imaginativa na resolução de problemas
- 04** Identificação de gatilhos e desfechos e construção de padrões desses elementos
- 05** Identificação das fases de resolução de problemas
- 06** Classificar o nível de mudança de cada espiral imaginativa do erro

Fonte: A autora (2024)

CAPÍTULO 4**IMAGINAR O ERRAR EM ATIVIDADES ESCOLARES DE MATEMÁTICA: UM ESTUDO DE CASO**

Nesta seção serão apresentados os registros construídos em diálogo com constructos teóricos selecionados e as reflexões elaboradas ao longo do período de análise do fenômeno abordado, como apresentado na seção 3.8 Procedimentos Analíticos. Para tanto, a análise será dividida em dois blocos analíticos. Ressalta-se, todavia, que a separação é meramente didática, já que os blocos analíticos são intrinsecamente relacionados. Essa divisão visa apresentar paulatinamente a dinâmica imaginativa do errar em atividade escolar de matemática, cumprindo com os objetivos estabelecidos para este estudo.

O primeiro bloco corresponde aos objetivos específicos a) e b) e c), por isso, esse bloco será subdividido em duas partes. Quanto ao primeiro objetivo específico, buscar-se-á descrever os padrões de mediação do imaginar o errar durante a resolução de atividades escolares de matemática, isto é, como o movimento imaginativo sobre o processo de errar atuou sobre a resolução dos estudantes. Já em relação ao objetivo específico b) e c), debruçar-se-á para identificar os elementos iniciais e finais da dinâmica da espiral imaginativa apontados por Zittoun e Gillespie (2016), isto é, os disparadores e os elementos que provocam o desfecho na imaginação do errar de cada Episódio. Visto isso, serão descritos padrões de gatilhos e desfechos mais frequentes na atividade resolutiva.

O segundo bloco, equivalente ao objetivo específico d) e e), buscará descrever os padrões de resolução de problemas matemáticos e a transição proporcionada pelo imaginar o errar. Este bloco também será subdividido em dois momentos. O primeiro no qual é destinado para identificar as fases da resolução de situações-problemas de matemática, baseando-se no modelo de Resolução de Problemas de Polya (1945) nas questões realizadas neste estudo. Em seguida, a segunda subdivisão buscará classificar os níveis de mudança da imaginação do errar em relação às fases de resolução do problema matemático.

4.1 Considerações preliminares sobre os registros de pesquisa

Algumas considerações preliminares são importantes antes de partirmos para a análise dos blocos descritos. Em conversa inicial com os estudantes, anterior à apresentação das questões nas Oficinas 1, 2 e 3, os participantes relataram possuir grande afinidade com

matemática, considerando a matéria “legal” e “tranquila” para estudar, diferentemente de outras disciplinas que disseram não ter tanto interesse. Eles apontaram a professora de matemática atual como uma docente “legal”, retratando-a como engraçada, ao mesmo tempo que é rígida. Os estudantes relataram ainda que a professora faz uso de didática lúdica em sala de aula.

Em relação aos assuntos ministrados até aquele momento, foram citados potência, raiz quadrada, múltiplos e divisores, com as técnicas de decomposição em fatores primos, mínimo múltiplo comum (MMC) e máximo divisor comum (MDC). Apesar disso, os participantes comentaram que já haviam estudado aqueles assuntos anteriormente em cursinhos preparatórios para o concurso de admissão ao colégio, então consideravam que estavam revisando os assuntos. A pesquisadora perguntou-lhes, então, sobre o cursinho preparatório, questão a qual os estudantes informaram que quatro deles haviam frequentado o mesmo, enquanto os outros dois estudantes cursaram em outros dois cursinhos preparatórios diferentes. Mesmo frequentando o mesmo cursinho preparatório, Augusto, Cecília, Enzo e Esther afirmaram não ter vínculos de amizade nesta época. Ainda sobre essa temática, cada estudante começou seu preparo para o concurso em momentos diferentes, Miguel e Esther fizeram um ano de curso, Augusto e Gustavo fizeram dois anos e Enzo fez três anos. Cecília não informou quanto tempo de curso fez, mas informou ter feito por dois anos o concurso de admissão, uma vez como treineira, e a outra como candidata.

Outra questão importante que surgiu nos momentos iniciais da conversa foi sobre como os participantes se percebiam enquanto estudantes, o que estes afirmaram que se consideravam inteligentes e dedicados, priorizando a rotina de estudo em detrimento a momentos de brincadeira, por exemplo. Cinco participantes do grupo afirmaram almejar a “Promoção” (ver seção 3.4 Microcultural do Local de Estudo), enquanto um dos estudantes (Miguel) comentou não se importar ou mesmo entender os benefícios dessa premiação. Entre os motivos citados pelos cinco estudantes para desejarem essa premiação foram a visibilidade no colégio, ser homenageado e conquistar os benefícios previstos pelo colégio na rotina estudantil. Já Cecília comentou que, embora seja “meio impossível não pensar” na Promoção, ela entende que esta é uma consequência dos estudos, não seu objetivo primário.

Já em conversa com a docente de matemática na etapa prévia à construção de registros de pesquisa, a professora mencionou que os participantes da pesquisa se mostravam empolgados pela matéria de matemática, sendo participativos em sala de aula. Além da dedicação em sala de aula, a docente comentou que os estudantes demonstraram ser habilidosos

com a matéria, sendo notado através do desempenho destes ao realizarem as atividades em sala de aula e as avaliações parciais de conhecimento.

Destaca-se, ainda, que a organização da sala foi a mesma para todos os encontros: o posicionamento das câmeras, do microfone, *notebook* e da filmadora permaneceram os mesmos ao longo das Oficinas. Vale pontuar que a pesquisadora não orientou como os estudantes deveriam se posicionar, apesar disso, eles também permaneceram no mesmo lugar nos três encontros. A pesquisadora, que se sentava por último, também permaneceu no mesmo lugar. A Imagem Y abaixo ilustra uma representação da organização dos participantes e materiais de gravação:

Figura 8: Disposição da sala de Oficina



Fonte: A autora (2024)

4.2 Imaginar o errar: um processo simbólico potente para educação matemática

Nesta primeira parte da apresentação dos resultados desta pesquisa, buscaremos abordar aspectos mais gerais sobre o imaginar o errar, a fim de sedimentar sobre o que se trata esse processo e como este se caracteriza. Para isto, abordaremos como o imaginar o errar atua na resolução de situações-problema de matemática ao buscar construir padrões de mediação dessa atividade imaginativa e, em seguida, especificamos nosso olhar para os elementos inicial e final que constituem o imaginar do errar (o gatilho e o desfecho, respectivamente). Para este intuito,

foram demarcados inicialmente os recortes da espiral imaginativa do errar, os Episódios, que serão utilizados como a unidade de análise desta pesquisa.

A partir das transcrições dos vídeos e áudio-gravações das Oficinas, buscou-se identificar o início (gatilho) e fim (desfecho) de cada espiral imaginativa do errar durante a resolução das situações-problema, ou seja, um Episódio. Assim, cada Episódio corresponde a uma espiral imaginativa. Os Episódios identificados se caracterizam por co-construções realizadas pelos seis participantes em conjunto com a pesquisadora-mediadora e a filmadora, que atuou no registro de vídeo e áudio, durante a resolução de problemas de matemática. A fim de exemplificar como um Episódio foi demarcado, exemplificamos abaixo a partir de um recorte que contém não somente o Episódio em si, mas momentos anteriores e posteriores. Desse modo, poderemos explicitar como o Episódio é identificado durante a interação dos estudantes na resolução de problemas matemáticos. Para melhor representação e visualização, o recorte total (contendo interações anteriores e posteriores ao Episódio e o próprio Episódio) estará envolto de um retângulo preto, enquanto que o Episódio imaginativo sobre o errar estará envolto por um retângulo vermelho. Além disso, o gatilho será demarcado de amarelo e o desfecho de verde. Segue o exemplo:

Quadro 3: Recorte 1 de trecho interacional durante Oficina 3

Recorte 1

[04:32] Miguel: Janainá, Janaína quer pintar casas de um tabuleiro 7 vezes 7 de vermelho, de azul e de marrom, 3 cores, da seguinte maneira: em cada linha, o número de casas vermelhas não pode ser menor que o número de casa com cada uma das outras cores, então vermelho não pode ser menor, e, em cada coluna...

[04:51] Augusto: Em cada linha [Augusto comenta em voz baixa, sublinhando essa frase no papel do enunciado e logo em seguida voltasse para falar algo com a pesquisadora]

[04:52] Esther: Cecília, o teu está 6 por... Isso aqui está 6! [Esther aponta para uma tabela no papel em que Cecília escrevia]

[04:52] Gustavo: Então basicamente tem que ter 3 [Gustavo, que estava olhando para Miguel enquanto ele lia, volta seu corpo e visão para o grupo como um todo]

[04:54] Enzo: A menor quantidade de vermelho em cada linha... [Enzo volta seu olhar para Augusto, que está olhando a pesquisadora, e aponta a caneta em direção à Augusto]

[04:57] Gustavo: São 3! [Gustavo fala olhando focado em Enzo]

[04:58] Enzo: A quantidade de vermelho em cada linha de vermelho em cada linha pode ser 3, 4 ou 5 [Enzo ainda mira na direção de Augusto enquanto fala. Augusto ao escutar a fala de Enzo olha rapidamente para ele. Enzo se volta ao papel em branco à sua frente. Então, Augusto se volta ao papel da Questão 3 e começa a ler baixinho. Concomitantemente, Gustavo, ainda encarando Enzo, franze rapidamente as sobrancelhas e inclina a cabeça para esquerda.]

[05:00] Miguel: Peraí! [Miguel, que estava olhando o papel do enunciado até então, volta seu olhar para o grupo]

[05:00] Gustavo: É verdade!

[05:02] Miguel: Vermelho não pode ser menor, não pode ser menor que as outras cores...

[05:06] Augusto: 4, 5, 6

[05:06] Enzo: A quantidade de vermelho em cada linha pode ser 3, 4 ou 5. Seis não pode!

[05:08] Gustavo: 3, 4, 5 [Gustavo fala enquanto escreve no papel]

[05:09] Augusto: 3? 3?

[05:11] Gustavo: É!

[05:11] Augusto: Três não pode

[05:11] Enzo: 3, 4, 5. Três pode sim! Porque vai ser 3, azul 2 e marrom 2 [Augusto anota o número 3 no papel e depois coloca o polegar na boca]

[05:14] Cecília: [Cecília que estava conversando com Esther, volta-se para o grupo e pergunta] É 7 por 7 casas ou 7 por 7 centímetros?

[05:17] Enzo: 6 não pode não

[05:18] Miguel: Casas! [Miguel responde olhando para Cecília]

[05:19] Enzo: Porque se não vai sobrar só um e tem que ter as 3 cores

[05:21] Augusto: É obrigatório ter as 3 cores? [Augusto olha para o papel com o enunciado]

[05:23] Enzo: É!

[05:24] Pesquisadora: É obrigatório ter as 3 cores

[05:24] [Augusto traça uma reta sobre o número 6 escrito no papel]

[05:24] Cecília: É impossível, 49 não é divisível por 3

[05:28] Augusto: Ah, mas num... [Augusto olha para Cecília enquanto fala]

Fonte: A autora (2024)

O Recorte 1 acontece durante a Oficina 3 e se inicia com Miguel fazendo uma “releitura interpretativa” da Questão 3, isto é, a cada conjunto de informações dadas pelo enunciado, ele busca condensar em uma informação (“vermelho, azul e marrom” ele resume em “3 cores”, por exemplo). Ao chegar até certo ponto da leitura, os outros participantes do grupo vão interagindo com o que foi lido: Cecília faz uma tabela, Esther parece corrigir a representação gráfica de Cecília, Augusto sublinha uma informação da questão e Gustavo parece partilhar com o grupo suas primeiras interpretações. Até que Enzo, buscando interagir com Augusto, inicia uma afirmação que é completada por Gustavo com a interpretação dele. Enzo, contudo, ainda tentando buscar a interação com Augusto, reformula sua frase com informações diferentes a Gustavo. Este movimento discordante pareceu chamar a atenção de Augusto, Gustavo e Miguel: Augusto volta-se para Enzo e busca o papel do enunciado, Gustavo franze as sobrancelhas e inclina a cabeça - como se estivesse tentando entender o porquê da diferença de respostas - e Miguel volta-se para o grupo tentando entender as afirmações discordantes. Nesse sentido, entendemos que o subgrupo dos rapazes se engajou em um processo imaginativo sobre o errar, partindo da discordância de ideias para poder analisar a validade de cada uma delas.

Ao longo da interação, os quatro participantes (Enzo, Miguel, Gustavo e Augusto) compartilham suas opiniões, discordâncias e soluções. Dessa forma, o processo imaginativo do subgrupo vai testando hipóteses, reavaliando a plausibilidade das possíveis respostas e o caminho resolutivo para chegar nelas. Enquanto isso, outro subgrupo formado por Esther e Cecília interagem entre si. Apesar de Cecília fazer uma pergunta para o subgrupo dos rapazes, cada subgrupo parece estar envolvido em uma dinâmica própria. Após algum tempo discutindo, antecipando erros e testando respostas, o subgrupo parece ter chegado em um consenso. Isto pode ser observado porque, Gustavo que parece ter proposto o 3 como resultado, no minuto 5 afirma que a proposição de Enzo (3, 4 e 5) está certa (“É verdade), e no momento 5:08 escreve no papel a resposta 3, 4 e 5. Escrever no papel parece representar a firmeza de sua resposta, deixando-a registrada. Outro movimento interessante é o de Augusto, que tinha proposto a resposta 4, 5 e 6. Ao longo da discussão, Augusto adiciona ao papel o número 3, como se estivesse apoiando que 3 também valeria como resposta. E, ao final da discussão, ele risca o número 6, como se percebesse a sua implausibilidade para responder à questão. Esse ato parece fechar o processo imaginativo do grupo. Somado ao fechamento das ideias, consideramos que a espiral imaginativa tenha se encerrado porque percebemos que o momento seguinte outra

dinâmica interativa parece surgir (Cecília partilha a compreensão e resposta que construiu para o grupo como um todo). Assim, como resultado do processo imaginativo do errar apresentado acima, uma parte dos estudantes-participantes parecem ter ganho uma nova perspectiva sobre a questão e identificado com quais informações numéricas podem trabalhar para encontrar a resposta final.

Assim como o exemplo acima, a pesquisadora buscou construir os recortes dos Episódios, identificando o ponto de partida (gatilho) e o fechamento (desfecho). Os Episódios tiveram durações variáveis, sendo o mais curto de nove segundos e o mais longo de um minuto e quarenta e um segundos. Ao longo das três Oficinas, foram identificados trinta Episódios, sendo seis deles na Oficina 1, doze na Oficina 2 e doze na Oficina 3. Este resultado foi surpreendente já que as pesquisas na área da educação matemática até então apresentam um cenário empírico em que estudantes demonstram pouca iniciativa para falar e trabalhar com o erro em sala de aula de matemática (Heinze *et al.*, 2012; Oser; Spychiger, 2005; Rach; Ufer; Heinze, 2013).

Destaca-se ainda que a busca pela espiral imaginativa do errar se deu de maneira independente à resposta final da situação-problema, fosse ela corrigida como certa ou errada. Apesar disso, adiantamos que as três questões foram finalizadas com a resposta correspondente ao gabarito. Logo, a presença do processo imaginativo sobre o errar foi observado independente de haver erros no resultado final. Então, mesmo acertando a situação-problema proposta, a imaginação do errar ainda fez parte do processo resolutivo dos estudantes. Dessa maneira, reforçamos nosso olhar sobre o processo de imaginar o errar na construção da resolução de problemas.

Por último, ressaltamos ainda o caráter social da espiral imaginativa do errar, já que no Episódio exemplificado acima, vemos como os participantes embarcam conjuntamente deslocamento simbólico das proposições. Inclusive, o próprio gatilho imaginativo deste episódio emerge da interação discordante de Enzo e Gustavo. Portanto, o processo imaginativo pode se dar em um contexto coletivo, diferentemente da visão exclusivamente intrapsicológica dos processos cognitivos.

4.2.1 Padrões de Mediação do Imaginar o Errar

Embora reconheçamos a singularidade de cada Espiral Imaginativa (Gfeller; Zittoun, 2021; Zittoun, Glauveanu; Hawlina, 2020), entendemos que as espirais podem apresentar

padrões interacionais que facilitam a resolução de problemas. Isto é, o imaginar o errar pode apresentar formas específicas de co-orientação mútua entre os participantes, que direcionam ações para explorar hipóteses e refinar a construção resolutive da questão. A construção de padrões interacionais encontra paralelo com os estudos realizados por Fogel e colaboradores (2006) e Garvey (2014).

Fazendo-se uso do procedimento elaborado por Kluge (2000) para construção de padrões, descrito no item 3.8 Procedimento analítico, buscou-se construir padrões que descrevessem como o processo imaginativo do errar medeia a resolução de problemas matemáticos. Para isso, em cada Espiral Imaginativa foram descritas ações conjuntas dos participantes que apresentavam como a imaginação atuava sobre a questão. A partir dessas descrições de ações co-emergentes durante a resolução da questão, buscou-se agrupar as similaridades para construir os padrões de mediação, seguindo as etapas do procedimento de Kluge. Em razão do processo de construção de padrões, foi possível descrever cinco maneiras pelas quais o imaginar do grupo sobre o errar atuou sobre a resolução das atividades propostas. Os seguintes padrões são descritos da seguinte forma:

- **Questionar caminho resolutivo:** Este padrão de mediação se refere às trocas interacionais entre os participantes durante a resolução de uma situação-problema de matemática, que provocam reflexões acerca da pertinência e eficácia de um caminho resolutivo em andamento. Este caminho resolutivo questionado pode ser tanto a compreensão do enunciado, o plano para solucionar a questão, algum método matemático sendo utilizado ou a resposta co-construída. O questionamento convoca os participantes para poderem buscar e discutir explicações, exemplos e condições matemáticas que confirmem seu posicionamento ou alterem-no. Como exemplo, citamos abaixo a dinâmica imaginativa co-construída pelos participantes na ocasião da Oficina 3. Na ocasião, um subgrupo de participantes (Enzo, Gustavo, Miguel e Augusto) estava executando o cálculo para responder a letra a) da Questão 3 (ver no subtópico 3.5 Materiais), quando uma condição não explícita pelo enunciado foi mencionada pelo subgrupo (“A quantidade mínima de vermelhos pode ter... 3”). Após a finalização do cálculo pelo subgrupo, a pesquisadora questiona-os sobre o porquê daquela condição, iniciando, assim, a espiral imaginativa.

Quadro 4: Espiral Imaginativa do Episódio 6 da Oficina 3

Espiral Imaginativa do Episódio 6 da Oficina 3 (OF03EP06)

[08:19] Pesquisadora: Mas por que é que tem que ser 3?

[08:21] Augusto: Porque 3 vermelhos, 2 marrom e 2 azul. [Augusto fala enquanto mexendo o braço, fazendo os números 3, 2 e 2]

[08:25] Gustavo: No mínimo

[08:25] Enzo: Se for um... Obrigatoriamente vai ser menor que algum, se for 2 também.

[08:28] Gustavo: Mas se for 3 vermelhos, 3 azuis e um marrom vai empatar! Vermelho tem que ser maior, então não pode ser três!

[08:33] Augusto: Mas a gente achou uma possibilidade de

[08:35] Miguel: Vermelho não tem que ser maior, só não pode ser menor [Miguel fala para Gustavo enquanto Augusto se direciona corporalmente à pesquisadora]

[08:38] Augusto: Ele falou pelo menos, então há uma possibilidade de ter 3

[08:41] Enzo: Não pode ser menor, mas pode ser igual

[08:44] Gustavo: Faz sentido

Fonte: A autora (2024)

Enquanto respondiam à questão, citando situações em que a condição era válida, e como outras respostas eram inadequadas (“Se for um... Obrigatoriamente vai ser menor que algum, se for dois também”). Até que Gustavo abre um novo questionamento, colocando em dúvida se a condição que eles mencionaram inicialmente estaria correta, que é respondido por seus pares. Gustavo parece concordar com a explicação dada, finalizando dessa maneira a excursão imaginativa. Dessa forma percebemos que nesse padrão acontece uma coorientação entre alguém que questiona a resolução em andamento e outro(s) que responde(m).

➤ **Teste de hipótese:** Este padrão imaginativo corresponde a interações no grupo, as quais seus participantes procuram avaliar a validade de uma hipótese resolutive, seja ela um plano para resolução, um método matemático ou uma resposta. Pouco antes do Episódio 4 da Oficina 2 ocorrer, o exemplo apresentado abaixo, o grupo havia encontrado um dos resultados pedido pela Questão 2 (o número 900), os dois maiores números copeiros de três algarismos. Lançando-se para pensar sobre o outro resultado, Cecília interroga no grupo se haveria algum número maior que 900 que satisfizesse as condições do enunciado. Esta interrogação,

juntamente com a questão proposta pela pesquisadora logo em seguida, perguntando de que maneira poderiam descobrir a pergunta de Cecília, iniciam a espiral imaginativa. Em resposta, Enzo vai co-construindo, partilhando com o grupo, o cálculo matemático que testa se já mais algum número da casa dos 900 que supria as condições.

Quadro 5: Espiral Imaginativa do Episódio 4 da Oficina 2

Espiral Imaginativa do Episódio 4 da Oficina 2 (OF02EP04)

[15:59] Cecília: É verdade! Bora anotar 900, será que tem algum maior do que esse?

[16:02] Pesquisadora: Como é que você sabe se não tem maior que 900?

[16:05] Enzo: Porque se for 9 aqui a soma vai ser 81. E já que, já que...

[16:13] Cecília: O próximo número é 10

[16:13] Enzo: Nove mais alguma coisa já vai ser maior que 81, e o próximo, e o próximo, potência elevado a quarta perfeita é 256. Mesmo se for 9, 9, 9 não vai dar 256.

Fonte: A autora (2024)

➤ **Análise metodológica:** A análise metodológica se configura como um padrão imaginativo no qual o grupo troca sobre suas percepções acerca de um método resolutivo matemático, seja esse método aquele que utilizaram na resolução ou um alternativo. Dessa maneira, os estudantes podem refletir sobre a pertinência do método, quais seus limites e possibilidades para a questão em específico, ou generalizar para outras questões. Nesse sentido, quanto maior o domínio e experiência com o método analisado, mais complexas poderá ser o processo imaginativo desse padrão. Embora imaginar sobre a eficácia e plausibilidade do método não seja um passo necessário para a resolução do problema, este tipo de imaginação pode ser benéfico para estabelecer um plano eficaz. No exemplo abaixo citado, os estudantes já haviam encontrado o resultado da questão, quando a pesquisadora percebeu que o método escrito no papel de Cecília se diferenciava do discutido no grande grupo. Nesse cenário, a pesquisadora pergunta a Cecília por que ela fez a questão daquela maneira, desencadeando um processo imaginativo.

Quadro 6: Espiral Imaginativa do Episódio 4 da Oficina 1

Espiral Imaginativa do Episódio 4 da Oficina 1 (OF01EP04)

[11:22] Pesquisadora: Por que tu faz assim?

[11:26] Cecília: Porque muitas vezes, não tem como botar o MMC. Por exemplo, um trem sai em tantas horas e um trem está saindo em tantas horas, tem uma diferença de espaço. Aí normalmente eu faço assim para poder organizar e ter uma ideia de mais ou menos quando eles vão se encontrar novamente.

[11:42] Esther: Eu lembro de uma sobre alface... Plantava uma horta

[11:45] Cecília: Alface, repolho, e, não, é...

[11:47] Esther: Era cenoura ou beterraba, alguma coisa assim.

[11:49] Cecília: Cenoura ou beterraba.

[11:50] Esther: Aí não dava desse jeito, porque o MMC não ia funcionar. Porque ele plantava em dias diferentes.

[11:54] Cecília: Plantava dias diferentes.

Fonte: A autora (2024)

Nessa espiral, Cecília responde a pergunta generalizando uma afirmação sobre o MMC, método que o grupo tinha escolhido, (“muitas vezes, não tem como botar o MMC”) e, logo depois, especifica sua explicação dando um exemplo. Explicado um limite do método do MMC, Cecília comenta que o método gráfico que ela fez uso possibilitaria “ter uma ideia de mais ou menos quando [os dados informados no enunciado da questão] vão se encontrar novamente”. Esther continua com a análise do método dando outro exemplo de quando o método não é pertinente. A espiral é encerrada quando as duas participantes apontam o porquê do MMC não ser possível no exemplo dado.

➤ **Cenário hipotético alternativo:** Este padrão ocorre quando o grupo extrapola o objetivo inicial da situação-problema, criando situações hipotéticas a partir da situação apresentada no enunciado ou ao longo da construção da resolução. Dessa maneira, eles podem explorar outras possibilidades, manipulando o resultado ou condições da questão. Esse padrão permite que os estudantes associem conhecimentos ou experiências a outras esferas e recursos socioculturais. Consideramos esse padrão do imaginar o errar o mais complexo, visto que a espiral imaginativa se nutre de recursos socioculturais para além dos apresentados no enunciado da situação-problema. No exemplo abaixo, após terem encontrado o resultado pedido pela

questão, os estudantes começam a hipotetizar possibilidades alternativas para a questão. A espiral inicia-se quando Augusto tenta revisar o porquê do resultado (nunca mais). Contudo, ao longo da espiral Enzo (10:41), e posteriormente Gustavo e Esther (10:58-11:01) comentam sobre cenários hipotéticos. Esther afirma que o motivo pela resposta da Questão 2 ser nunca mais, é porque não teria remédios suficientes, Enzo, então, comenta uma possibilidade de ter remédios suficientes, se a resposta do cálculo fosse 64 horas. Dessa forma, Enzo manipula resultados para hipotetizar um cenário alternativo. Já Gustavo, parece associar a situação apresentada no enunciado com experiências cotidianas, abrindo a possibilidade de os remédios serem suficientes se a personagem da questão comprasse mais. Esther engaja-se no cenário hipotético, lembrando que esse não poderia ser o caso, já que o tratamento previsto pela médica só constava uma caixa. Dessa resposta, a espiral é concluída.

Quadro 7: Espiral Imaginativa do Episódio 3 da Oficina 1

Espiral Imaginativa do Episódio 3 da Oficina 1 (OF01EP03)

[10:33] Augusto: Nunca mais porquê... [Olha pra o papel]

[10:34] Cecília: Aí, fiz a tabelinha!

[10:36] Augusto: Ah, entendi! Nunca mais por que 8h não vai conseguir chegar para 72h...

[10:38] Esther: Porque não vai ter mais remédio suficiente!

[10:41] Enzo: Só seria se fosse 64 horas!

[10:43] Augusto: É! É verdade!

[10:45] Enzo: Só vai até 64 horas. Só esse aqui

[10:47] Augusto: Porque 8 dividido por 72 é 9. E se tem uma caixa com 8, vai ser nunca mais.

[10:47] Gustavo: É!

[10:56] Enzo: Só esse aqui mesmo

[10:58] Gustavo: A não ser que ela compre uma caixa nova, aí ela consegue!

[11:01] Esther: Mas aí ela... O tratamento dela só tem um.

➤ **Reavaliar caminho resolutivo:** Esse padrão corresponde a interação do grupo na qual os participantes fazem uma revisita ao que foi construído até então, a fim de observar se há alguma incongruência, ajustando quando possível, ou reafirmar o caminho resolutivo construído. No caso do Episódio 9 da Oficina 3, é notado esse padrão. Após terem encontrado um resultado parcial para a questão, o subgrupo (Enzo, Augusto, Miguel e Gustavo) repassam a linha de raciocínio que seguiram, até que Enzo percebe que a suposição inicial (cada linha ter 3, 4 ou 5 vermelhos) estava incorreta, restringindo a possibilidade para somente 3 vermelhos por linha. Dessa forma, a interação dessa ideia com o grupo desencadeia a espiral imaginativa sobre o errar. A partir disso, o subgrupo refaz o caminho resolutivo e confirma a resposta encontrada, fechando a espiral.

Quadro 8: Espiral Imaginativa do Episódio 9 da Oficina 3

Espiral Imaginativa do Episódio 9 da Oficina 3 (OF03EP09)

[11:52] Enzo: Então na verdade a quantidade... [Enquanto Enzo fala, a pesquisadora e Augusto estavam conversando]

[11:52] Pesquisadora: E por que tu pensou que estava errado?

[11:56] Augusto: Não sei! Pensei que tinha feito alguma coisa errada.

[11:57] [Após Augusto terminar sua fala, Enzo fala mais alto tentando chamar a atenção de Augusto]

[11:57] Enzo: Então a quantidade de vermelhos em cada linha não pode ser 3, 4 ou 5, pode ser só 3, por que nas colunas vai ter mais azul.

[12:03] Augusto: É, então cada coluna vai ter 3 azuis, cada coluna vai ter também 3 vermelhos, e cada coluna vai ter um marrom.

[12:12] Miguel: 1 marrom [Miguel e Augusto falam “1 marrom” ao mesmo tempo]

[12:14] Enzo: Aí vai ser um vezes sete. 7 marrons.

[12:17] Gustavo: 7

Fonte: A autora (2024)

A partir dos padrões de mediação construídos, a pesquisadora interpretou a dinâmica imaginativa dos trinta Episódios segundo a seguinte distribuição:

Quadro 9: Distribuição dos padrões de mediação do imaginar o erro por Episódio

PADRÕES DE MEDIAÇÃO DO IMAGINAR O ERRO			
<i>Oficina</i>	<i>Episódio</i>	<i>Duração</i>	<i>Padrão</i>
Oficina 1	01	21s	Questionar caminho resolutivo
Oficina 1	02	38s	Teste de hipótese
Oficina 1	03	29s	Reavaliar caminho resolutivo + Cenário hipotético alternativo
Oficina 1	04	36s	Análise metodológica
Oficina 1	05	1m 41s	Análise metodológica
Oficina 1	06	15s	Cenário hipotético alternativo
Oficina 2	01	11s	Questionar caminho resolutivo
Oficina 2	02	16s	Questionar caminho resolutivo
Oficina 2	03	48s	Teste de hipótese
Oficina 2	04	23s	Teste de hipótese
Oficina 2	05	23s	Questionar caminho resolutivo + Teste de hipótese
Oficina 2	06	35s	Questionar caminho resolutivo
Oficina 2	07	18s	Teste de hipótese
Oficina 2	08	57s	Teste de hipótese
Oficina 2	09	32s	Teste de hipótese
Oficina 2	10	19s	Teste de hipótese
Oficina 2	11	9s	Questionar caminho resolutivo + Teste de hipótese

Oficina 2	12	9s	Teste de hipótese
Oficina 3	01	28s	Questionar caminho resolutivo
Oficina 3	02	30s	Questionar caminho resolutivo + Teste de hipótese
Oficina 3	03	26s	Questionar caminho resolutivo
Oficina 3	04	11s	Questionar caminho resolutivo
Oficina 3	05	39s	Reavaliar caminho resolutivo
Oficina 3	06	26s	Questionar caminho resolutivo
Oficina 3	07	9s	Questionar caminho resolutivo
Oficina 3	08	11s	Questionar caminho resolutivo
Oficina 3	09	27s	Reavaliar caminho resolutivo
Oficina 3	10	39s	Questionar caminho resolutivo
Oficina 3	11	1m 18s	Reavaliar caminho resolutivo
Oficina 3	12	28s	Questionar caminho resolutivo

Um dos aspectos a serem ressaltados deste Quadro é que quatro Episódios foram caracterizados por dois padrões de mediação. Em três desses Episódios, a dinâmica imaginativa promovida pelo grupo tanto questionou o caminho sendo escolhido, como também testou uma hipótese em um mesmo espiral imaginativa. Enquanto o outro Episódio (OF01EP03) apresentou tanto a reavaliação do caminho resolutivo, quanto um cenário hipotético alternativo. Vemos, portanto, que uma mesma espiral pode transicionar entre os padrões, a depender do que a interação entre os participantes vai co-construindo. A exemplo disso, temos o Episódio 2 da Oficina 3, mencionado no Recorte 1 da página 111 deste trabalho. Inicialmente, Augusto e Enzo propunham resultados parciais diferentes, enquanto um considerava 4, 5 e 6, o outro considerava 3, 4 e 5, cada um questionando o resultado do outro. A fim de resolver esse impasse

entre dois caminhos alternativos, o grupo modifica o padrão para testar as hipóteses e, assim, verificar a pertinência dos números divergentes.

Dado o Quadro 9, percebemos ainda que, embora a Oficina 1 possua menos Episódios imaginativos, ela possui maior diversidade de padrões de mediação, apresentando os cinco padrões de mediação. Em contrapartida, a Oficina 2 somente apresentou dois padrões, o Questionar o caminho resolutivo e Teste de hipótese. Interpretamos que esse resultado se deu devido ao grau de familiaridade dos estudantes com cada uma das questões, visto que a Questão 1 apresentava um formato já conhecido pelos estudantes, conforme comentado pelos estudantes durante a realização da questão, como visto no Quadro 6, no qual os estudantes dão exemplos de atividades semelhantes que realizaram anteriormente. Em contrapartida, as Questões 2 e 3 foram novidade para o grupo de participantes. Por isso, pela Questão 1 ser mais familiar, isto é, por apresentar mais experiências passadas com questões semelhantes e recursos matemáticos aprendidos para lidar com esse tipo de situação-problema, a imaginação do grupo de estudantes pode se expandir e complexificar para mais padrões de imaginação. Essa interpretação está em congruência com a proposição de Vygotsky (2014) sobre o processo imaginativo, visto que ele considera que a imaginação é um processo que se complexifica progressivamente, conforme o indivíduo adquire mais experiência e recursos nutritivos para expandir a imaginação.

4.2.2 Elementos da Espiral Imaginativa do Erro

Iniciaremos esta seção tratando sobre os gatilhos da espiral imaginativa, descrevendo aspectos observados, os padrões construídos e sua frequência. Seguiremos de maneira similar analisando os desfechos.

GATILHOS

Retomando sinteticamente o conceito de gatilho proposto por Zittoun e Gillespie (2016), entendemos que o gatilho é elemento que desencadeia a ruptura do fluxo da consciência da situação imediata e, dessa forma, dá início à espiral imaginativa. Portanto, o indivíduo transita simbolicamente para uma esfera de possibilidades, sejam elas passadas, presentes ou futuras. Vale salientar que por nos situarmos em uma abordagem sociocultural, especialmente em uma investigação de um grupo, como é o caso deste trabalho, consideramos que os gatilhos observados são interações interpessoais que permitem que os participantes, ou parte deles,

partilhem da dinâmica imaginativa sobre o errar. Em outras palavras, o gatilho é visto como co-construído.

Para ilustrar como é observado o gatilho neste estudo, exemplificamos abaixo a partir de recortes que, de maneira similar ao que foi feito na exemplificação recorte do Episódio, contém não somente o Episódio em si, mas momentos anteriores. Como nosso foco estará no gatilho, ater-nos-emos a transição da situação imediata para a espiral imaginativa. Para iniciarmos, o primeiro recorte a ser apresentado trará uma interação dos estudantes na Oficina 1, em específico na construção do Episódio 2. Como mencionado, esse recorte contém desde momentos antes do Episódio 2 ocorrer, até o final deste. Em referência ao exemplo, uma especificidade na Oficina 1 foi que a questão proposta já tinha sido realizada por uma das estudantes, Esther, que comentou que havia errado o procedimento e a resposta quando fez. O restante do grupo, porém, ainda não havia visto a situação-problema da Questão 1 (ver subtópico 3.5 Materiais). Esther recordava a resposta do gabarito, mas não sabia como chegar a esse resultado. Apesar disso, ela se engajou com o restante do grupo para tentar realizar a questão.

Quadro 10: Recorte 2 de trecho interacional durante Oficina 1

Recorte 2

[09:25] Augusto: Todo mundo concorda que é para fazer um MMC?

[09:26] Gustavo: O MMC de 36, 12 e 8

[09:27] Cecília: Podemos fazer MMC, e depois fazer tabelinha. Porque só pode 3 vezes de 36

[09:33] Miguel: 36, 12 e o que?

[09:34] Gustavo: E 8, que são os horários

[09:38] Cecília: 72. 72 é igual a...

[09:41] Gustavo: Peraí! [Gustavo fala enquanto está escrevendo]

[09:42] Esther: É igual a 3 dias!

[09:43] Enzo: 3 dias!

[09:43] Augusto: 3 dias!

[09:44] Cecília: Aí...

[09:45] Augusto: E 3 dias somados a segunda feira...

[09:46] Enzo: 8h da quinta feira!

[09:48] Augusto: É! 8h da quinta feira!

[09:53] Cecília: 8h da quinta feira!

[09:53] Miguel: É igual a 72... 72...

[09:55] Augusto: É, tá certo

[09:55] Cecília: Mas, pera! [Cecília vira levemente a cabeça para Esther]

[09:56] Esther: Não! Peraí, calma! Calma! Calma! [Esther mantém os olhos fixos no papel] Calma, eu errei essa questão porque eu fiz isso! É porque a quantidade de remédios que ela tem!

[10:06] Augusto: Hã??

[10:08] Esther: É porque ela só tem 3 aqui, aqui ela tem 8 comprimidos! Às vezes não vai dar para ela tomar várias vezes

[10:13] Miguel: Mas aí... Não! Porque é 72 horas

[10:16] Esther: Eu sei, só que...

[10:17] Miguel: Usa 2 [Miguel fala enquanto faz o número 2 com as mãos], e ela tem 3!

[10:19] Esther: Eu sei que o tempo a gente pode usar, mas ela vai ter o suficiente para gastar esse tempo todinho?

[10:23] Miguel: Ela tem 3! Ela tem que tomar de 36 em 36 horas

[10:24] Enzo: Não, não, não, porque aqui ela teria que ter 9, aqui teria que ter...

[10:31] Augusto: É! É nunca mais mesmo! [Augusto levanta a cabeça do papel, onde estava escrevendo]

[10:32] Enzo: É nunca mais!

Fonte: A autora (2024)

Momentos antes da espiral imaginativa acontecer (9:25 até 9:55), o grupo planejou o caminho resolutivo e o executou, consolidando ao final uma resposta à situação-problema proposta na Questão 1 (8 horas da quinta-feira). Até que no tempo 9:56 do vídeo, Esther interrompe o restante do grupo, vocalizando para que os outros participantes parassem o que

estavam fazendo e tivessem calma. Então, ela comenta com o restante do grupo que aquele caminho resolutivo poderia estar errado, já que ela havia feito ele antes e verificado no gabarito do livro que aquela não era a resposta da questão. Ela finaliza seu comentário abrindo uma possibilidade de explicação (“É porque a quantidade de remédios que ela tem”). A partir de sua fala, o grupo se engaja em fazer proposições sobre a explicação de Esther e testar a hipótese (a quantidade de remédios que Sandra tem não é suficiente). Por fim, após considerar e testar a hipótese, o grupo chega a um novo resultado.

A partir desse recorte, entendemos que a interação de Esther com o grupo a partir do tempo 9:56 do vídeo, ao discordar do caminho resolutivo que o grupo estava seguindo e propor uma nova explicação para a solução da questão, desencadeou um processo imaginativo coletivo para que os participantes testassem a hipótese. Desse modo, consideramos que o gatilho do Recorte 2 é a interação de Esther com o grupo, ao contestar o caminho resolutivo realizado e propor um novo.

Em outro exemplo, desta vez na Oficina 2, fazemos um recorte a começar um pouco antes do Episódio 6, perpassando pela abertura da espiral imaginativa e encerrando com seu desfecho:

Quadro 11: Recorte 3 de trecho interacional durante Oficina 2

Recorte 3

[16:38] Augusto: Tem 999

[16:39] Enzo: Tem que ser um número menor que 900.

[...]

[16:43] Augusto: Quais são os dois maiores números copeiros de três Algarismos...

[Augusto relê parte do enunciado da questão]

[...]

[17:02] **[Miguel dá uma cotovelada em Gustavo]**

[17:03] **Miguel: Mas não está falando que tem que ser os maiores números? [Miguel pergunta para Gustavo]**

[17:08] Gustavo: Sei lá. [Gustavo levanta os ombros]

[17:10] Miguel: Não está falando que tem que ser os maiores números de três Algarismos? [Miguel se dirige a Gustavo]

[17:17] Gustavo: Não sei.

[17:19] [Miguel vira seu corpo em direção a Augusto e pergunta a ele]

[17:19] Miguel: Augusto, Augusto, aqui não está falando dos maiores números de 3 Algarismos?

[17:28] Augusto: Mas é igual a quatro elevado à quarta [Augusto sublinha algo no

enunciado da questão]

[17:31] Miguel: É 256

[17:32] Augusto: É, então, não tem nenhum número que consegue fazer isso.

[17:37] Miguel: Ih, é verdade!

Fonte: A autora (2024)

No caso do Recorte 3, o grupo estava buscando achar uma solução viável para a Questão 2 (ver subtópico 3.5 Materiais), quando Augusto propõe 999 como um resultado e Enzo contesta dizendo que deveria ser um número menor que 900. Augusto, então, relê parte do enunciado da questão, na qual solicita os dois maiores números copeiros de três algarismos. O grupo continua buscando soluções para a situação-problema até que Miguel questiona a Gustavo sobre a compreensão da questão, como se discordasse ou não compreendesse a proposição de Enzo limitando as respostas para números abaixo de 900, em contraposição ao enunciado que - segundo Pedro - pede “os maiores números de três algarismos”, já que os maiores números de três algarismos têm como centena o novecentos. Em interação com Miguel, Gustavo parece partilhar da dúvida e expressa seu desconhecimento (“Não sei”). Miguel, portanto, volta-se para Augusto e expõe sua dúvida. Em resposta, Augusto aponta uma condição dada pelo enunciado, para a qual Miguel não havia se atentado (número copeiro). Este “novo” elemento do enunciado da situação-problema, juntamente com a explicação de Augusto, parece sanar a dúvida de Miguel (“Ih, é verdade”). Assim, nesse recorte, a dúvida de Miguel quanto ao caminho resolutivo que o grupo estava seguindo, fomentada pelo embate entre sua compreensão parcial sobre o enunciado e a proposição de Enzo, desencadeou um processo imaginativo de questionar em interação ora com Gustavo, ora com Augusto a compreensão da questão que estava sendo seguida. Nesse sentido, a pergunta de Miguel para os colegas foi o gatilho imaginativo para rever a compreensão sobre a situação-problema. Assim, a ruptura para imaginar o errar, verificando a adequação ou pertinência do caminho resolutivo, deu-se através de um questionamento.

Pelos dois exemplos acima citados, percebemos que as interações de Esther com o grupo e de Miguel com Gustavo e Augusto permitiram que esses participantes desacoplassem temporariamente do fluxo de pensamento imediato para explorar alternativas hipotéticas sobre a execução da solução e a compreensão da questão, respectivamente. Essa exploração imaginativa se deu ora por discordância ou questionamentos acerca do caminho resolutivo que

estava sendo seguido, permitindo testar na esfera imaginativa a viabilidade e pertinência de hipóteses sobre a execução e compreensão das questões. À vista disso, consideramos que o gatilho para imaginar o errar emerge como caminho para exploração e construção do saber.

Embora a ruptura com a situação imediata permita explorar um horizonte imaginativo alternativo, observa-se que o gatilho para imaginar o errar emerge como um processo histórico e situado, pois o contexto da interação imediata anterior à abertura da espiral corregula as condições e elementos para o processo imaginativo. Por exemplo, a afirmação de Enzo no Recorte 3 foi um dos elementos no decorrer da Oficina que constituiu o questionamento de Miguel. De maneira similar, foi a retomada da experiência passada de Esther em comparação com a resolução em andamento que permitiu que ela e o grupo questionassem a resposta co-construída (oito horas da segunda-feira). Em outros termos, a emergência do imaginar o errar, desencadeada pelo gatilho, é favorecida pelas interações e elementos do processo de construção da resolução do problema, sendo um processo de carácter social, relacional e cultural.

A partir dos registros construídos durante essa pesquisa, foi possível identificar trinta e oito gatilhos nos trinta Episódios imaginativos. Isto porque seis Episódios (OF01EP03, OF01EP05, OF02EP08, OF02EP10, OF03EP02 e OF03EP06) apresentaram dois gatilhos cada e um Episódio (OF03EP01) apresentou três gatilhos dentro de uma mesma espiral imaginativa. Convencionalmente, o modelo da Espiral Imaginativa proposto por Zittoun e colaboradores (Gfeller; Zittoun, 2021; Zittoun; Gillespie, 2016) propõe que cada espiral é formado por um gatilho, sendo esse um elemento decorrente da interação do indivíduo com o seu meio. Por exemplo, o tédio pode se configurar como um gatilho imaginativo em um ambiente de trabalho no qual a atividade do trabalhador está monótona. Questiona-se, então: esses Episódios que apresentam mais de um gatilho não deveriam, na verdade, ser divididos em espirais imaginativas diferentes?

Estudos mais recentes sobre o Modelo da Espiral Imaginativa (Batista, no prelo; Silva; Garvey; Silva; Moutinho, no prelo) têm apontado, por meio de observações microgenéticas, a existência de outras espirais da imaginação no decurso de uma espiral imaginativa, no qual Silva e colaboradores nomearam de micro-espiriais e Batista de Espiral Múltipla da Imaginação. Batista (no prelo) discorre ainda que a Espiral Múltipla apresenta a ruptura inicial, um gatilho que inicia o processo imaginativo, e uma ou mais ruptura(s) secundária(s) “dentro” da espiral em andamento. Assim, para Batista (no prelo), uma espiral imaginativa pode apresentar mais de um gatilho, sendo o primeiro referente à primeira ruptura em relação à

situação imediata, e um segundo gatilho a partir da ruptura em relação ao que é imaginado, desencadeando uma micro-espiral. Vejamos um exemplo da Espiral Múltipla neste estudo, desta vez do Episódio 1 da Oficina 3:

Quadro 12: Recorte 4 de trecho interacional durante Oficina 3

Recorte 4	
[04:02]	Pesquisadora: Mas vocês entenderam qual é a questão?
[04:03]	Miguel: Sim
[04:04]	Gustavo: Sim, que cada linha não pode... Ter vermelhos [Gustavo balança os dedos da mão esquerda, jogando-os para frente] É só ler.
[04:08]	Miguel: É o que? [Miguel fala com voz aguda e alta, e com sobrancelhas cerradas]
[04:09]	Pesquisadora: Não pode ter vermelhos? Vamos ler de novo.
[04:10]	Gustavo: Não, não, não! Tem que ter mais vermelhos que as outras cores [Gustavo fala com sorriso]
[04:12]	Cecília: Não pode, tem que ser igual!
[04:14]	Gustavo: Ah! [Gustavo dá uma risadinha, se recolhe colocando o corpo mais perto da mesa e com o pulso na frente da boca encarando o papel de Cecília]
[04:15]	Cecília: “A” tem que ser igual a “z”,
[04:16]	Augusto: Eu não entendi direito, eu não entendi muito bem.
[04:17]	Cecília: “Z”? [Cecília franze os olhos] É “v”!
[04:18]	Miguel: Tem que ter alguma pegadinha...
[04:20]	Cecília: “V” tem que ser igual a “m”.
[04:23]	Miguel: O quê? [Miguel olhando para Cecília, com sobrancelhas cerradas] Peraí, deixa eu ver! Cadê, deixa eu ver! [Miguel pega o papel de Cecília]
[04:25]	Cecília: Por que coloquei “z”?
[04:26]	Pesquisadora: Vamos ler a questão de novo, então.
[04:28]	Miguel: Deixa eu ler, deixa eu ler
[04:30]	Gustavo: De azul, z, z

Fonte: A autora (2024)

Neste exemplo, a pesquisadora-mediadora inicia questionando os estudantes se eles haviam entendido a questão (ver Questão 3 no subtópico 3.5 Materiais), pergunta para a qual dois participantes rapidamente respondem que sim. Um deles, Gustavo, aproveita para mencionar a interpretação dele até aquele momento sobre o enunciado, fazendo-o de maneira vacilante ao demorar para concluir a frase e demonstrar descaso após sua resposta (balançando os dedos da mão e comentando que era somente ler para entender). Em decorrência da resposta de Gustavo, Miguel expressa a não compreensão ou discordância do que fora dito ao cerrar as

sobrancelhas e questionar a interpretação de Gustavo (“É o que?”). Somado a isso, a pesquisadora também questiona a resposta de Gustavo, sugerindo que o grupo lesse novamente a situação-problema. Essa interação entre Gustavo, Miguel e a pesquisadora, na qual é questionado sobre a interpretação que Gustavo faz da situação-problema, parece abrir dúvidas sobre a plausibilidade da compreensão de Gustavo da questão, convocando o grupo para revê-la. Dessa forma, o primeiro gatilho seria a interação entre Gustavo, Miguel e a pesquisadora.

Seguindo a abertura da espiral imaginativa, Gustavo revê sua resposta, alterando-a. Com base na nova interpretação de Gustavo, Cecília discorda, propondo um novo caminho resolutivo. Compreendemos que a fala de Cecília abre uma nova possibilidade interpretativa para a questão, e assim um novo horizonte imaginativo, ou seja, a fala de Cecília no tempo 4:12 se configura como um novo gatilho. Percebe-se, porém, que a espiral imaginativa que estava em andamento não havia se encerrado, posto que Gustavo tinha acabado de rever sua interpretação, mas ainda não tinha voltado à situação imediata para aplicá-la, por exemplo. Acrescenta-se ainda que a nova interpretação de Gustavo foi base para a fala de Cecília. Assim, entendemos que esse novo gatilho faz parte da espiral imaginativa em andamento.

Em continuidade a espiral imaginativa em andamento, Cecília prossegue explicando o seu próprio posicionamento, utilizando-se de notação matemática para exprimir sua interpretação (“A” igual “z”, “v” igual a “m”). Provavelmente, Cecília estava tentando corresponder cada uma das cores da questão (vermelho, marrom e azul), a uma letra e formar uma igualdade matemática (“a = m = v”). Contudo, ao perceber que um dos símbolos expressos por ela (a letra “z”), não correspondia a uma letra inicial de uma das cores dadas pela questão, Cecília se corrige e, posteriormente, questiona-se porque escolheu a letra “z”. Esse novo questionamento, refletindo sobre a utilização do “z”, abre uma nova micro-espiral imaginativa para reelaborar a sua escolha “equivocada”. Novamente, a nova abertura para imaginar o errar se deu tendo por base o que estava acontecendo na espiral imaginativa em andamento (a expressão simbólica da compreensão de Cecília sobre a Questão 3). Por isso, identificamos a pergunta de Cecília no tempo 4:25 como mais um gatilho nesse Episódio.

Além do respaldo dos estudos citados (Batista, no prelo; Silva; Garvey; Silva; Moutinho, no prelo), devido às observações acima apresentadas, acrescentamos que a existência de outros gatilhos em uma mesma espiral foi notado neste estudo devido a dois fatores: (i) há uma nova abertura de possibilidades, a partir de um novo gatilho, sem haver o desfecho da

primeira ruptura, isto é, não há uma volta para a situação imediata antes da abertura de nova espiral; e (ii) a dinâmica imaginativa em andamento parece ser a base para os gatilhos seguintes.

De maneira sucinta, vimos até aqui alguns exemplos de como o gatilho dispara as espirais imaginativas sobre o errar, entendendo como um processo histórico, situado e co-emergente, e a possibilidade de haver mais de um gatilho em um mesmo Episódio. Embora identificar qual o gatilho de cada espiral seja um exercício válido para entender singularidade da espiral imaginativa, a análise microgenética viabiliza observar também o que há de comum nos processos que estão se constituindo e, assim, perceber padrões (Chinn; Sherin, 2018). Deste modo, faz-se importante entender não somente o que desencadeou o processo imaginativo do errar em cada Episódio, mas também entender o(s) padrão(ões) de gatilhos que facilitam a emergência do imaginar o errar.

Nesse estudo, a construção dos padrões de gatilhos se inspirou no processo descrito por Kluge (2000), na qual indica quatro estágios para construção de padrões e dimensões que não existiam à priori. Assim, após identificar os gatilhos em todos os Episódios, buscou-se observar similaridades e divergências desses gatilhos (estágio 1), não no conteúdo em que os participantes estavam conversando, mas nos processos que desencadearam a imaginação. Por exemplo, no Recorte 4 acima mencionado, na página 129, referente ao Episódio OF03EP01, nos atentamos a entender que o que desencadeou o primeiro gatilho (o questionamento de Miguel e da pesquisadora sobre a compreensão de Gustavo), e não a fala em si (“É o que?”, “Não pode ter vermelho? Vamos ler de novo.”).

Já no estágio 2 do processo descrito por Kluge (2000), buscou-se agrupar os gatilhos em cada padrão construído a fim de entender se havia congruência entre os exemplos de um mesmo padrão e divergência entre gatilhos de padrões diferentes. O estágio 3 dessa construção de padrões buscou entender se há relação entre os padrões construídos, a fim de condensar os padrões ou notar a necessidade de reformulação de padrões. Após um processo de iteração nesses três estágios, no estágio 4 descreveu cada um dos padrões construídos. Como resultado desse processo com os gatilhos do imaginar o errar, apresentamos e descrevemos a seguir os oito padrões construídos:

➤ **Divergência entre caminhos resolutivos:** como o próprio nome diz, há um conflito entre, pelo menos, duas possíveis alternativas resolutivas que são percebidas como

contradizentes. Este conflito é o ponto inicial para a imaginação do erro. Para exemplificar esse padrão, citamos o gatilho do Episódio 1 da Oficina 1 (OF01EP01):

Quadro 13: Gatilho 1 correspondente à Espiral Imaginativa do Episódio 1 da Oficina 1

Gatilho 1 (OF01EP01)	
[07:48]	Esther: Isso parece uma questão do...
[07:51]	Cecília: Do livro de
[07:52]	Miguel: É MDC!
[07:53]	Gustavo: É
[07:53]	Esther: E que é nunca mais!
[07:53]	Miguel: Mas não é de MDC?
[07:54]	Cecília: Nunca mais?

Fonte: A autora (2024)

Nesse exemplo, percebemos que esse gatilho para imaginar o erro é constituído pelo debate entre um possível plano de execução (“É MDC!”) e uma possível resposta (“Nunca mais”), que à priori não condiz com o método do Máximo Divisor Comum (MDC), visto que sempre haverá pelo menos um divisor em comum entre quaisquer dois números (o número 1). Assim a espiral imaginativa do erro em questão é iniciada pelo conflito entre duas proposições.

➤ **Questionamento sobre caminho resolutivo:** esse padrão de gatilho é iniciado quando um participante coloca dúvida sobre um caminho resolutivo proposto anteriormente, isto é, quando há algum tipo de desconfiança, hesitação ou incompreensão sobre o caminho indicado.

Tanto no padrão anterior de gatilho (divergência entre caminhos resolutivos) como o gatilho de questionamento sobre caminho resolutivo apresentam em seu início uma alternativa inicial para o andamento da resolução, proposta por um dos participantes. Contudo, esses dois tipos se diferenciam pelo tipo de oposição apresentado, sendo o primeiro um conflito entre alternativas resolutivas e o outro uma incerteza quanto à plausibilidade da resposta ou caminho resolutivo. Vejamos o exemplo a seguir do padrão de gatilho “questionamento sobre o caminho resolutivo”:

Quadro 14: Gatilho 2 correspondente à Espiral Imaginativa do Episódio 6 da Oficina 2

Gatilho 2 (OF02EP06)	
[17:02]	[Miguel dá uma cotovelada em Gustavo]
[17:03]	Miguel: Mas não está falando que tem que ser os maiores números?

Fonte: A autora (2024)

A partir do exemplo do Episódio 6 da Oficina 2, já comentado no Recorte 3, na página 126, percebemos que a fala de Miguel questiona o caminho resolutivo em andamento, ou seja, estava hesitante em prosseguir com o caminho sendo construído devido à desconfiança quanto à compreensão do enunciado, contudo não propõe outro caminho. Assim, nesse padrão percebemos que a dúvida quanto a validade do que está sendo construído é o disparador da espiral.

➤ **Análise de resultado:** o disparador da imaginação do errar neste caso é a avaliação de um resultado encontrado, a fim de averiguar sua pertinência em relação a pergunta, precisão nos cálculos e/ou compatibilidade com os condicionantes e informações fornecidas.

Quadro 15: Gatilho 3 correspondente à Espiral Imaginativa do Episódio 10 da Oficina 2

Gatilho 3 (OF02EP10)
 [24:19] Augusto: Tem 999
 [24:21] Cecília: Eu pensei nisso também, mas dá 243

Fonte: A autora (2024)

Para ilustrar esse padrão, o Gatilho 3 apresenta Augusto propondo 999 como resultado para a questão Questão 2 e Cecília abrindo uma indagação sobre a pertinência dessa possibilidade de resultado, analisando que se 999 fosse uma das respostas da questão, o cálculo resultaria no número 243, número incompatível com o que é esperado da questão, pois não é um número elevado a quarta potência.

➤ **Abertura de possibilidade:** Esse padrão de gatilho desenrola-se quando um participante reconhece a possibilidade de um caminho resolutivo alternativo. Na Oficina 1, após os participantes reverem a resposta da questão (de “8 horas da quinta feira” para “nunca mais”), os estudantes identificaram o porquê da mudança da resposta (um dos remédios de Sandra acabaria antes das 8 horas da quinta feira). Nesse contexto, Gustavo abre uma possibilidade imaginativa para um possível caminho diferente:

Quadro 16: Gatilho 4 correspondente à Espiral Imaginativa do Episódio 3 da Oficina 1

Gatilho 4 (OF01EP03)
 [10:58] Gustavo: A não ser que ela compre uma caixa nova, aí ela consegue!

Fonte: A autora (2024)

- **Pergunta exploratória:** Este gatilho busca explorar os sentidos e fundamentos dos caminhos resolutivos escolhidos.

Quadro 17: Gatilho 5 correspondente à Espiral Imaginativa do Episódio 7 da Oficina 2

Gatilho 5 (OF02EP07)
 [17:10] Pesquisadora: Por que é que tu descobriu que não tem maior que 900?

Fonte: A autora (2024)

No exemplo acima, a pesquisadora instiga um estudante a rever e explicar para o grupo como chegou a esse resultado, entendendo o que fez ele escolher alguns caminhos resolutivos e não outros. Dessa forma, o gatilho do padrão pergunta exploratória é uma possibilidade de explorar o caminho resolutivo dialético entre o acerto e erro.

- **Impedimento resolutivo:** Desta vez, o gatilho para o processo imaginativo do errar é a impossibilidade de seguir um determinado caminho resolutivo, ou seja, um limite dado pelas circunstâncias de cálculo ou condicionantes da questão. A partir de um impeditivo (seja conceitual, metodológico, ou devido às condições do enunciado), o grupo é convidado a imaginar caminhos resolutivos alternativos para não errar. Assim, a antecipação do erro, reconhecendo o impedimento resolutivo, permite que o estudante reelabore a solução. Este é o caso do gatilho 6:

Quadro 18: Gatilho 6 correspondente à Espiral Imaginativa do Episódio 7 da Oficina 2

Gatilho 6 (OF03EP08)
 [10:24] Enzo: Mas tem que ser de uma maneira lógica, porque não pode ultrapassar 3 vermelhos... Não pode ter 4 vermelhos em uma coluna

Fonte: A autora (2024)

Quando o grupo estava tentando resolver a Questão 3, um dos participantes sugeriu que eles fossem completando graficamente um tabuleiro de maneira aleatória para poder visualizar a resposta. Enzo, contudo, reconhece um limite para essa resolução, apontando que para completar as colunas e fileiras, deveriam se atentar para não ultrapassarem três unidades de vermelho. Dessa forma, Enzo abre uma discussão (gatilho imaginativo) para rever como poderiam completar o tabuleiro.

➤ **Releitura:** A releitura da situação problema pode desencadear a reavaliação da compreensão dos participantes em relação às informações relevantes e os condicionantes estão de acordo com os dados do texto matemático.

Quadro 19: Gatilho 7 correspondente à Espiral Imaginativa do Episódio 7 da Oficina 2

Gatilho 7 (OF03EP05)

[07:11]Pesquisadora: Janaína quer pintar casas de um tabuleiro 7 por 7 de vermelho, de azul e de marrom da seguinte maneira: em cada linha, o número de casas vermelhas não pode ser menor que o número de casa com cada uma das outras cores e, em cada coluna, o número de casas azuis não pode ser menor que o número de casas com cada uma das outras cores. Todas serão pintadas de vermelho? E letra b: Quantas casas serão pintadas de marrom? [Enquanto a pesquisadora relê a Questão 3, Cecília abre a boca e arregala os olhos]

Fonte: A autora (2024)

No gatilho 7 acima, a releitura da questão provocou uma ruptura entre a compreensão que Cecília tinha antes (dividir as casas a serem pintadas igualmente entre as três cores), levando-a a rever sua compreensão.

Referência à experiência passada: Por fim, este gatilho designa os casos em que os participantes se utilizam da experiência passada para articular o processo imaginativo. O uso da experiência passada, em especial nas atividades matemáticas, não se trata de reproduzir o que foi feito, contudo fazer associações com o presente e permitir associações e criações no momento do aqui-e-agora. No caso do Gatilho 8, parte do gatilho apresentado por Esther (“Calma, eu errei essa questão porque eu fiz isso!”) mostra a integração da experiência passada para rever a experiência imediata e, assim, propor novos caminhos resolutivos.

Quadro 20: Gatilho 8 correspondente à Espiral Imaginativa do Episódio 7 da Oficina 2

Gatilho 8 (OF01EP02)

[09:56] Esther: Não! Peraí, calma! Calma! Calma! [Olhos fixos no papel] Calma, eu errei essa questão porque eu fiz isso! É porque a quantidade de remédios que ela tem!

Fonte: A autora (2024)

Posto os padrões de gatilho construídos, a caracterização de cada um dos trinta e oito gatilhos se deu da seguinte maneira:

Quadro 21: Descrição dos gatilhos

GATILHOS			
<i>Oficina</i>	<i>Episódio</i>	<i>Padrão de Gatilho</i>	<i>Trecho</i>
Oficina 1	01	Divergência entre caminhos resolutivos	Esther: Isso parece uma questão do... Cecília: Do livro de Miguel: É MDC! Gustavo: É Esther: E que é nunca mais! Miguel: Mas não é de MDC? Cecília: Nunca mais?
Oficina 1	02	Referência à experiência passada + Abertura de possibilidade	Esther: Não! “Peraí”, calma! Calma! Calma! Calma, eu errei essa questão porque eu fiz isso! É porque a quantidade de remédios que ela tem!
Oficina 1	03	(G1) Impedimento resolutivo (G2) Abertura de possibilidade	(G1) Augusto: Nunca mais porquê... [...] Ah, entendi! Nunca mais por que 8h não vai conseguir chegar para 72h... Esther: Porque não vai ter mais remédio suficiente! (G2) Gustavo: A não ser que ela compre uma caixa nova, aí ela consegue!
Oficina 1	04	Pergunta exploratória	Pesquisadora: Por que tu faz assim?
Oficina 1	05	(G1) Pergunta exploratória (G2) Pergunta exploratória	(G1) Pesquisadora: O que que vocês acharam dessa maneira de Cecília? (G2) Pesquisadora: E por que, Cecília, você está dizendo que é mais difícil induzir ao erro? Tu acha que se fosse só nessa maneira iria errar?

Oficina 1	06	Impedimento resolutivo	Gustavo: Se o MMC tem 72, e, e 8 horas, e 8 horas, a cada 8 horas vezes 8 dá 64. Então tem que ter...
Oficina 2	01	Questionamento sobre caminho resolutivo	Cecília: E se fosse 4 ao quadrado mais 4 ao quadrado mais quatro ao quadrado... Esther: Como assim?
Oficina 2	02	Divergência entre caminhos resolutivos	Augusto: É, tenta... Somar assim... Cecília: Não, porque é soma, aí é multiplicação!
Oficina 2	03	Análise de resultado	Esther: Será que, será que o número cento e, será que o número cento e oitenta e quatro é?
Oficina 2	04	Abertura de possibilidade	Cecília: É verdade! Bora anotar 900, será que tem algum maior do que esse?
Oficina 2	05	Divergência entre caminhos resolutivos	Augusto: Tem 999 Enzo: Tem que ser um número menor que 900.
Oficina 2	06	Questionamento sobre caminho resolutivo	Miguel: Mas não está falando que tem que ser os maiores números?
Oficina 2	07	Pergunta exploratória	Pesquisadora: Por que é que tu descobriu que não tem maior que 900?
Oficina 2	08	(G1) Análise de resultado (G2) Pergunta Exploratória	(G1) Augusto: Tem 919. Não, peraí, calma! (G2) Pesquisadora: Por que tá errado?
Oficina 2	09	Análise de resultado	Augusto: Tem 860. Tem 860 também! Cecília: 860?
Oficina 2	10	(G1) Análise de resultado (G2) Questionamento sobre caminho resolutivo	(G1) Augusto: Tem 999 Cecília: Eu pensei nisso também, mas dá 243 (G2) Cecília Tem que ser um quadrado perfeito?
Oficina 2	11	Análise de resultado	Gustavo: 893?

Oficina 2	12	Análise de resultado	Gustavo: Calma aí. 851 também não é não? Porque o 8 dá 64... Ah não, deixa
Oficina 3	01	(G1) Questionamento sobre caminho resolutivo (G2) Divergência entre caminhos resolutivos (G3) Questionamento sobre caminho resolutivo	(G1) Gustavo: Sim, que cada linha não pode... ter vermelhos. É só ler Miguel: É o que? (com voz aguda e alta, com sobrançelas cerradas) Pesquisadora: Não pode ter vermelhos? Vamos ler de novo (G2) Cecília: Não pode, tem que ser igual! (G3) Miguel: O quê? (Olhando para Cecília, com sobrançelas cerradas) Peraí, deixa eu ver! Cadê, deixa eu ver! (Pega o papel de Cecília) Cecília: Por que coloquei z?
Oficina 3	02	(G1) Divergência entre caminhos resolutivos (G2) Divergência entre caminhos resolutivos	(G1) Enzo: A menor quantidade de vermelho em cada linha... Gustavo: são 3! Enzo: A quantidade de vermelho em cada linha de vermelho em cada linha pode ser 3, 4 ou 5 (Gustavo franze rapidamente as sobrançelas encarando Enzo) (G2) Augusto: 4, 5, 6 Enzo: A quantidade de vermelho em cada linha pode ser 3, 4 ou 5. Seis não pode!
Oficina 3	03	Questionamento sobre caminho resolutivo	Cecília: É impossível, 49 não é divisível por 3 Augusto: Ah, mas num...
Oficina 3	04	Questionamento sobre caminho resolutivo	Pesquisadora: Tem certeza?
Oficina 3	05	Releitura	Pesquisadora: Janaína quer pintar... [Pesquisadora relê a Questão 3 como consta no subtópico 3.5 Materiais]

Oficina 3	06	(G1) Questionamento sobre caminho resolutivo (G2) Impedimento resolutivo	(G1) Pesquisadora: Mas por que é que tem que ser 3? (G2) Gustavo: Mas se for 3 vermelhos, 3 azuis e um marrom vai empatar! Vermelho tem que ser maior, então não pode ser três!
Oficina 3	07	Análise de resultado	Augusto: E seria 3 vermelhos por coluna, eu acho. Não, peraí. Deixa eu ver uma coisa
Oficina 3	08	Impedimento resolutivo	Enzo: Mas tem que ser de uma maneira lógica, porque não pode ultrapassar 3 vermelhos... Não pode ter 4 vermelhos em uma coluna
Oficina 3	09	Análise de resultado	Enzo: Então, na verdade, a quantidade... Então a quantidade de vermelhos em cada linha não pode ser 3, 4 ou 5, pode ser só 3, porque nas colunas vai ter mais azul.
Oficina 3	10	Divergência entre caminhos resolutivos	Miguel: Não, eu não acho que seja necessário colocar um em cada coluna, porque se não... Gustavo: É lógica! Tem que ter 3 em cada linha, e logicamente vai ter 3 em cada coluna.
Oficina 3	11	Divergência entre caminhos resolutivos	Gustavo: Vermelho, vermelho, vermelho (9x vermelho)... Três, três, três... Vermelho (9 vezes)... Três, três, um... Não faz sentido
Oficina 3	12	Questionamento sobre caminho resolutivo	Cecília: (Por que) tem que ter 3 vermelhos por linha?

Em suma, a distribuição dos padrões de gatilhos em relação aos três momentos de Oficinas se deu como apresentado pelo quadro abaixo:

Quadro 22: Distribuição dos Padrões de Gatilhos nas Oficinas

Distribuição dos Padrões de Gatilhos nas Oficinas			
<i>Tipos de Gatilhos</i>	<i>Oficina 1</i>	<i>Oficina 2</i>	<i>Oficina 3</i>

Divergência entre caminhos resolutivos	OF01EP01	OF02EP02, OF02EP05	OF03EP01(G2), OF03EP02 (G1), OF03EP02 (G2), OF03EP10 e OF03EP11
Questionamento sobre caminho resolutivo		OF02EP01, OF02EP06 OF02EP10 (G2)	OF03EP01 (G1), OF03EP01 (G3), OF03EP03, OF03EP04, OF03EP06 (G1) e OF03EP12
Análise de resultado		OF02EP03, OF02EP08 (G1), OF02EP09, OF02EP10 (G1), OF02EP11 e OF02EP12	OF03EP07, OF03EP09
Pergunta exploratória	OF01EP04, OF01EP05 (G1), OF01EP05 (G2)	OF02EP07 OF02EP08 (G2)	
Abertura de possibilidade	OF01EP02, OF01EP03 (G2)	OF02EP04	
Impedimento resolutivo	OF01EP03 (G1), OF01EP06		OF03EP06 (G2), OF03EP08
Releitura			OF03EP05
Referência à experiência passada	OF01EP02		

Ao olhar para o Quadro 22, de maneira geral, percebemos que os padrões de gatilho mais comuns foram a Divergência entre caminhos resolutivos, com 8 gatilhos, o Questionamento sobre o caminho resolutivo, com 9 gatilhos, e a Análise de Resultado, com 8 gatilhos. Uma das possíveis razões para essa frequência é a diversidade de ideias e compreensões distintas, principalmente devido à presença e participação de seis estudantes. Assumindo a singularidade de cada indivíduo, a compreensão da questão, conhecimento matemático e perspectiva de cada um traz riqueza e variedade para o grupo, como apontado por Artzt e Armour-Thomas (1997) e Enu, Danso e Awoetwe (2015).

Em contrapartida, os padrões Releitura e Referência à experiência passada somente apresentaram um gatilho cada. Apesar disso, esses padrões são bastante relevantes para podermos entender como os elementos do meio interagem com a construção imaginativa para

a resolução de problemas. Por exemplo, no padrão de gatilho Referência à experiência passada, apresentado no Recorte 2, na página 119, Esther não reproduziu o que tinha feito anteriormente, mas utilizou-se da experiência de ter feito a questão antes para fazer comparações com o andamento da resolução do grupo e, assim, reelaborar a experiência e construir um novo caminho. Percebemos, então, a natureza criativa da imaginação na interação com os elementos.

Ressalta-se ainda que a releitura em si ou a experiência passada dos estudantes não se configuram necessariamente como um gatilho, mas é preciso ver como esse elemento se integra ao resto experiência do grupo. Isto porque durante as três Oficinas houveram alguns momentos de releituras da questão ou comentários sobre experiências passadas, mas esses elementos isolados não despertaram o grupo para reavaliar o caminho resolutivo a ser seguido. Dessa forma, percebemos ainda mais como o processo imaginativo é um processo situado.

O Quadro 22 nos permite visualizar também que o processo imaginativo do grupo de estudantes em cada Oficina foi desencadeado por padrões de gatilhos diferentes, cada um com cinco padrões diferentes presentes em cada Oficina. Ao observar para os padrões presentes em cada Oficina, notamos tanto a ausência, como a alta frequência de Episódios em padrões específicos de gatilho. Por exemplo, a Oficina 1 possui um reduzido número de gatilhos dos tipos Divergência, Questionamento e Análise, enquanto a maioria dos episódios imaginativos sobre o errar nas outras duas Oficinas se encontram nessas três categorias. Ao observar microgeneticamente para esses três tipos de gatilhos percebemos que eles são iniciados por meio de um exame da adequação do caminho resolutivo e do resultado apontado ao que é pedido na questão. Por isso, é possível interpretar que, como o conteúdo e técnicas matemáticas requeridas pela situação-problema da Oficina 1 foram discutidos e praticados em sala de aula, segundo relato dos estudantes, o grupo conseguiu identificar com maior facilidade as técnicas e informações necessárias para resolução, além de ter maior agilidade (como será visto adiante) no cálculo do resultado, enquanto que as outras questões exigiram desses estudantes um maior esforço para encontrar um caminho resolutivo de maneira consensual.

A diferença entre a familiaridade com o tipo de questão também pode nos ajudar a entender porque o único gatilho do padrão Referência à experiência passada ocorreu na Oficina 1: enquanto a Questão 1 apresentou elementos comuns à experiência dos estudantes, inclusive já tendo sido realizada por uma das participantes, as Questões 2 e 3 foram inovadoras ou com pouca semelhança em relação ao que os estudantes já viram.

Em relação aos padrões de gatilho presentes na Oficina 2, observou-se que a maior parte dos gatilhos desta Oficina, seis dos treze gatilhos, são do padrão Análise de Resultado. Ao buscar observar a Oficina, notou-se que esse padrão de gatilho pode estar relacionado ao caráter de questão e o caminho resolutivo que os estudantes optaram por seguir. Detalhando melhor a Questão 2, dividida em letra a) e b), esta solicita aos estudantes que verifiquem a validade de uma afirmação na letra a, sendo a resposta sim ou não e, na letra b, pede para que os estudantes indiquem dois números que cumpram o critério estabelecido (os maiores números copeiros de três algarismos). Em vista disso, os estudantes na maior parte da Oficina optaram por testar hipóteses, verificando se o número que haviam escolhido correspondia às condições que a questão dava. Nesse sentido, o grupo de estudantes estava nesse movimento utilizando a dinâmica imaginativa sobre o errar para verificar a validade das hipóteses de resultados. Assim, percebe-se novamente o caráter circunstancial do gatilho.

Quanto à Oficina 3, os padrões que mais se destacaram foram a Divergência entre caminhos resolutivos e Questionamento sobre caminho resolutivo. Uma interpretação possível para isto é devido ao grau de dificuldade da Questão 3, sendo a questão selecionada em um nível apontado como superior à escolaridade dos participantes (uma questão destinada a estudantes de 8º e 9º ano, enquanto o grupo de participantes desta pesquisa estava ainda no 6º ano). Nesse sentido, podemos observar na dinâmica interacional dos Episódios, que a Questão 3 gerou mais dúvidas, além de diferentes e divergentes ideias sobre a resolução do que em relação às outras questões.

Descrito os resultados e análises deste subtópico, percebemos que as condições que facilitam a emergência dos gatilhos estão relacionadas aos elementos que compõem a resolução de problemas, como a própria situação-problema, o caminho resolutivo escolhido pelos estudantes, às habilidades matemáticas e experiência dos participantes. Podemos apontar, a partir dos padrões interacionais construídos que alguns dos elementos socioculturais que desencadeiam a imaginação do errar são a Releitura e a Referência à experiência passada, enquanto que às condições que pareciam promover o imaginar do errar foram o padrão de questionamento sobre o caminho resolutivo, divergência entre caminhos resolutivos, a análise de resultados, algum impedimento resolutivo, perguntas exploratórias e a abertura de possibilidades.

DESFECHOS

O desfecho é entendido por Zittoun e Gillespie (2016) como elemento final da espiral imaginativa, observado na transição da esfera da imaginação para a experiência imediata no aqui-e-agora. Logo, o desfecho é o elemento que pode trazer alguma novidade para a situação imediata (Zittoun; Gillespie, 2016). Nesse sentido, torna-se importante entender o desfecho da espiral imaginativa do errar co-construída pelos participantes e pesquisadora para podermos entender quais contribuições a dinâmica imaginativa proporciona ao grupo e a resolução de problemas.

Primeiramente, ilustramos a partir dos Recortes 5 e 6 abaixo como identificamos os desfechos das espirais imaginativas. A fim de facilitar a representação e visualização do desfecho da espiral imaginativa, os Recortes desta vez apresentarão o Episódio completo, envolto por um retângulo vermelho, e, em seguida, as interações que acontecem após o fechamento do Episódio. O conjunto do Episódio e das interações posteriores estarão envoltos por um retângulo preto e o desfecho marcado com a cor verde.

O Recorte 5 começa apresentando o Episódio 1 da Oficina 3, no qual acontece uma discussão inicial do grupo sobre a compreensão da questão. Ao longo do Episódio, emergem diferentes interpretações sobre as condições da questão (“Cada linha não pode... Ter vermelhos”, “Tem que ter mais vermelhos que as outras cores”, “tem que ser igual!”), sem, contudo, achar um consenso ou compreensão geral (“Eu não entendi direito”, “O quê?”, “Peraí, deixa eu ver!”). Nesse contexto, a pesquisadora propõe ao grupo uma nova leitura do enunciado da questão, o que é apoiado por Miguel, que se oferece para ler. Concomitantemente, Gustavo responde a dúvida de Cecília, que havia aberto uma micro-espiral um pouco antes (“Por que eu coloquei ‘z’?”). No próximo momento, Miguel inicia a leitura da questão.

Quadro 23: Recorte 5 de trecho interacional durante Oficina 3

Recorte 5

[04:04] Gustavo: Sim, que cada linha não pode... Ter vermelhos [Gustavo balança os dedos da mão esquerda, jogando-os para frente] É só ler.

[04:08] Miguel: É o que? [Miguel fala com voz aguda e alta, e com sobrancelhas cerradas]

[04:09] Pesquisadora: Não pode ter vermelhos? Vamos ler de novo.

[04:10] Gustavo: Não, não, não! Tem que ter mais vermelhos que as outras cores

[Gustavo fala com sorriso]
 [04:12] Cecília: Não pode, tem que ser igual!
 [04:14] Gustavo: Ah! [Gustavo dá uma risadinha, se recolhe colocando o corpo mais perto da mesa e com o pulso na frente da boca encarando o papel de Cecília]
 [04:15] Cecília: “A” tem que ser igual a “z”,
 [04:16] Augusto: Eu não entendi direito, eu não entendi muito bem.
 [04:17] Cecília: “Z”? [Cecília franze os olhos] É “v”!
 [04:18] Miguel: Tem que ter alguma pegadinha...
 [04:20] Cecília: “V” tem que ser igual a “m”.
 [04:23] Miguel: O quê? [Miguel olhando para Cecília, com sobrancelhas cerradas] Peraí, deixa eu ver! Cadê, deixa eu ver! [Miguel pega o papel de Cecília]
 [04:25] Cecília: Por que coloquei “z”?
 [04:26] Pesquisadora: Vamos ler a questão de novo, então.
 [04:28] Miguel: Deixa eu ler, deixa eu ler
 [04:30] Gustavo: De azul, z, z.
 [04:32] Miguel: Janaína, Janaína quer pintar casas de um tabuleiro 7 vezes 7 de vermelho, de azul e de marrom, 3 cores, da seguinte maneira: em cada linha, o número de casas vermelhas não pode ser menor que o número de casa com cada uma das outras cores. Então, vermelho não pode ser menor, e, em cada coluna...

Fonte: A autora (2024)

Visto o cenário acima apresentado, interpretamos que a espiral imaginativa deste Episódio se desacoplou da situação imediata para poder explorar e discutir diferentes sentidos do enunciado da questão. Em razão da não concordância das compreensões, foi apresentado um caminho alternativo: a releitura. Esta, então, pode ser considerada uma novidade para o cenário em questão. Paralelamente, a resposta de Gustavo parece fechar a questão aberta por Cecília. Sendo assim, a proposta da releitura e sua concordância, juntamente com a resposta à dúvida se configuram como o desfecho deste Episódio. À volta da esfera imaginativa para a situação imediata se deu pela releitura da questão, isto é, foi colocada a proposta imaginativa em prática.

O próximo exemplo, também da Oficina 3, acontece alguns minutos após o Recorte 5, com uma nova releitura da Questão 3 para o grupo. Vale ressaltar que até o Recorte 6, Cecília permanecia com compreensão de que a quantidade de casas a serem pintadas deveriam ser distribuídas igualmente entre as três cores, como comentado por ela no Recorte 5 acima, no tempo 4:12. Enquanto a pesquisadora realizava a releitura da questão, Cecília começa a gesticular, abrindo a boca e arregalando os olhos. Essas ações nos sugerem que ela estava interagindo com o conteúdo apresentado pela questão, reelaborando sua compreensão. Ao fim da leitura, ela nega sua compreensão anterior (“Não é para dividir por 3”), enquanto coloca as

mãos nas laterais dos rosto e, depois, suspira. Logo após o comentário de Cecília, é notada a interação de Enzo e Augusto sugerindo uma condição para a resolução.

Quadro 24: Recorte 6 de trecho interacional durante Oficina 3

Recorte 6
<p>[07:11] Pesquisadora: Janaína quer pintar casas de um tabuleiro 7 por 7 de vermelho, de azul e de marrom da seguinte maneira: em cada linha, o número de casas vermelhas não pode ser menor que o número de casa com cada uma das outras cores e, em cada coluna, o número de casas azuis não pode ser menor que o número de casas com cada uma das outras cores. Todas serão pintadas de vermelho? E letra b: Quantas casas serão pintadas de marrom? [Enquanto a pesquisadora relê a Questão 3, Cecília abre a boca e arregala os olhos]</p> <p>[07:48] Cecília: Aaahhh! Não é para dividir por 3 [Cecília fala enquanto coloca as mãos no rosto e, depois, suspira]</p> <p>[07:49] Enzo: A quantidade mínima, a quantidade mínima de vermelhos que pode ter,</p> <p>[07:52] Augusto: 3!</p>

Fonte: A autora (2024)

Deste exemplo, entendemos que a espiral imaginativa do errar ocorreu pela reavaliação que Cecília fez de sua própria compreensão em interação com a releitura da questão. Desta reavaliação, Cecília conclui que a interpretação dela sobre a questão estava equivocada e que, por tanto, o plano de dividir por três não era pertinente para encontrar a solução. Além de percebermos que Cecília conclui a espiral, voltando para a situação imediata com uma nova compreensão da questão, o momento seguinte aponta outra dinâmica entre os participantes, por tanto, não fazendo parte da espiral imaginativa.

Como comentado a partir dos exemplos dos Recortes 5 e 6, o imaginar o errar é concluído com um desfecho, elemento anterior a volta à situação imediata, geralmente com algum resultado da excursão imaginativa. No caso do Recorte 5, o grupo foi direcionado a um novo plano no processo de resolução da questão (reler a questão, a fim de compreendê-la melhor). Já no Recorte 6, interpretamos que o desfecho foi Cecília ter construído uma nova compreensão da questão e da não pertinência de caminho resolutivo que ela estava utilizando. Esta identificação dos desfechos foi realizada ao longo da leitura da transcrição das Oficinas. Decorrente disso, foi possível identificar trinta desfechos das espirais imaginativas, um em cada espiral.

Para além de observar como cada espiral imaginativa é concluída, buscamos novamente construir padrões, desta vez para poder entender de que maneiras as espirais imaginativas do errar estavam contribuindo para a resolução de situações-problema de matemática, isto é, quais inovações a excursão imaginativa dos estudantes construiu. Utilizamos novamente o método de Kluge (2000). Como resultado, foram produzidos os seguintes padrões:

➤ **Nova compreensão da questão:** Após a exploração imaginativa, foi percebido que um dos possíveis resultados da espiral é uma nova compreensão da questão, diferente da que foi iniciada. O Quadro 25 apresenta o desfecho imaginativo do Episódio 9 da Oficina 2, ilustrando Augusto ressignificando sua interpretação da Questão 2. Ao iniciar a espiral, Augusto compreendia que ele deveria achar um número que a soma de seus algarismos ao quadrado fosse um quadrado perfeito. Ao final da discussão e teste de hipóteses, Augusto expressa uma interjeição de espanto (“Aaah!”) e comenta a compreensão diferente da que ele supunha inicialmente, reconhecendo uma condição do enunciado a qual não tinha se atentado (“Tem que ser igual à quarta”, se referindo que o resultado da soma dos algarismos ao quadrado de um número deveria se igualar a um número à quarta potência).

Quadro 25: Desfecho 1 correspondente à Espiral Imaginativa do Episódio 9 da Oficina 2

Desfecho 1 (OF02EP09)
Augusto: Aaah! Tem que ser igual a quarta! Então...

Fonte: A autora (2024)

➤ **Testagem de possibilidades:** Para este padrão de desfecho, percebeu-se que as trocas que ocorrem durante a espiral imaginativa são sobre possibilidades de resolução, em decorrência, a espiral se fecha quando é feita uma testagem das possibilidades sugeridas. Nesse sentido, o desfecho é o próprio teste das possibilidades e seu resultado. Para exemplificar, o Episódio 4 da Oficina 2 é questionado se haveria algum número maior que 900 que poderia ser resultado da questão. Enzo, então, descreve um cálculo para verificar se há algum número maior que 900 que cumpra as condições dadas pela questão ou não.

Quadro 26: Desfecho 2 correspondente à Espiral Imaginativa do Episódio 4 da Oficina 2

Desfecho 2 (OF02EP04)
[16:13] Enzo: Nove mais alguma coisa já vai ser maior que 81, e o próximo, e o

próximo, potência elevado a quarta perfeita é 256. Mesmo se for 9, 9, 9 não vai dar 256.

Fonte: A autora (2024)

- **Nova resposta:** Como resultado do processo imaginativo, é observado o surgimento de uma nova resposta, diferente da resposta reconhecida no começo do Episódio. No Episódio correspondente ao desfecho abaixo, o grupo inicialmente acreditava que a resposta ` questão era “8h da quinta feira”, após as indagações e argumentações hipotéticas, o grupo chega a uma nova resposta: nunca mais.

Quadro 27: Desfecho 3 correspondente à Espiral Imaginativa do Episódio 2 da Oficina 1

Desfecho 3 (OF01EP02)
 [10:31] Augusto: É! É nunca mais mesmo!
 [11:32] Enzo: É nunca mais!

Fonte: A autora (2024)

- **Resolução hipotética alternativa:** Este padrão ocorre quando a espiral imaginativa explora um cenário hipotético alternativo, isto é, quando o grupo cria possibilidades para além da descrita na Questão. Nesse sentido, o desfecho se configura como uma resposta para a situação imaginada. No caso do desfecho 4, um dos participantes havia proposto que, se a personagem da questão comprasse mais uma caixa de remédios, ela conseguiria tomar os remédios em conjunto até às 8 horas da quinta feira. Em resposta, Esther comenta que isso não seria possível, já que o tratamento dela só requer uma caixa.

Quadro 28: Desfecho 4 correspondente à Espiral Imaginativa do Episódio 3 da Oficina 1

Desfecho 4 (OF01EP03)
 [11:01] Esther: Mas aí ela... O tratamento dela só tem um.

Fonte: A autora (2024)

- **Reafirmação:** Esse tipo de padrão se acontecesse quando o grupo, após explorações imaginativas, permanece com a mesma resposta que tinha elaborado antes. Em outras palavras, a excursão imaginativa auxiliou a reafirmar a resposta que o grupo possuía. No Episódio 9, um subgrupo de participantes revê a resposta que tinham encontrado, buscando

solucionar a questão por outro método. Ao ter encontrado a mesma solução, o grupo fecha a espiral reafirmando sua resposta.

Quadro 29: Desfecho 5 correspondente à Espiral Imaginativa do Episódio 9 da Oficina 3

Desfecho 5 (OF03EP09)

[12:14] Enzo: Aí vai ser um vezes sete. 7 marrons.

[12:17] Gustavo: 7

Fonte: A autora (2024)

- **Reajuste nos planos:** Este padrão corresponde ao fechamento no qual o grupo propõe um novo plano para resolver a questão ou uma mudança no plano original. Esse reajuste nos planos, pode corresponder desde o passo-a-passo até achar a solução pedida para Questão, ou um plano parcial para, a fim de resolver uma parte da questão. No caso do Episódio 2 da Oficina 2, Augusto apresenta inicialmente um plano (“fatorar o 256”), após uma breve discussão sobre o plano de Augusto, outros participantes propõe mudanças nesse plano. Como observado no desfecho 6, são apresentados dois planos resolutivos diferentes.

Quadro 30: Desfecho 6 correspondente à Espiral Imaginativa do Episódio 2 da Oficina 2

Desfecho 6 (OF02EP02)

[14:07] Miguel: Não, é só a gente fazer MMC...

[14:11] Cecília: E se a gente, tipo, observar, tipo, dois, quatro elevado à quarta e quatro vezes...

Fonte: A autora (2024)

- **Apreciação Metodológica:** O padrão apreciação metodológica faz alusão ao desfecho no qual são feitos uma análise sobre a eficácia e pertinência de algum método resolutivo. No desfecho 8 abaixo, é ilustrado um exemplo deste padrão. Esther e Cecília encerram a espiral imaginativa comentando sobre a inadequação do método de decomposição simultânea.

Quadro 31: Desfecho 7 correspondente à Espiral Imaginativa do Episódio 4 da Oficina 1

Desfecho 7 (OF01EP04)

[11:50] Esther: Aí não dava desse jeito [decomposição simultânea], porque o MMC não ia funcionar. Porque ele plantava em dias diferentes.

[11:54] Cecília: Plantava dias diferentes.

Fonte: A autora (2024)

Para além dos padrões, foi observado também que algumas espirais imaginativas não são finalizadas devido a alguma interrupção, havendo uma quebra do andamento do processo imaginativo. A exemplo disso, exemplificamos por meio do Episódio 5 da Oficina 2, na qual é apresentada uma fala da pesquisadora que questiona um estudante porque ele estava fazendo os cálculos mentalmente e não em um papel. Após esse comentário, o estudante responde à pergunta e não retoma com os cálculos que estava realizando.

Quadro 32: Interrupção da Espiral Imaginativa correspondente ao Episódio 5 da Oficina 2

Interrupção da Espiral Imaginativa (OF02EP05)	
[16:57]	Pesquisadora: Por que está fazendo de cabeça se você tem um papel?
[17:01]	Enzo: Não sei

O quadro a seguir apresenta como cada desfecho foi caracterizado segundo os padrões acima descritos, apresentando ao lado o trecho do Episódio que corresponde ao desfecho:

Quadro 33: Descrição dos desfechos

DESFECHOS			
<i>Oficina</i>	<i>Episódio</i>	<i>Padrão de Desfecho</i>	<i>Trecho</i>
Oficina 1	01	Reajuste nos planos	Esther: Se tem alguma coisa diferente, aí muda. Eu respondi, eu errei! Mas a resposta no livro, no gabarito era nunca mais.
Oficina 1	02	Nova resposta	Augusto: É! É nunca mais mesmo! Enzo: É nunca mais!
Oficina 1	03	Resolução hipotética alternativa	Esther: Mas aí ela... O tratamento dela só tem um.
Oficina 1	04	Apreciação metodológica	Esther: Aí não dava desse jeito [decomposição simultânea], porque o MMC não ia funcionar. Porque ele plantava em dias diferentes. Cecília: Plantava dias diferentes.

Oficina 1	05	Apreciação metodológica	Esther: Ai tipo, agora eu lembrei. Quando você usa decomposição simultânea, a pessoa... A pessoa tem que botar as 3, a quantidade ao mesmo tempo, então se não fizer isso não pode fazer.
Oficina 1	06	Resolução hipotética alternativa	Enzo: Se tivesse mais um... ainda dava
Oficina 2	01	Nova compreensão da questão	Cecília: É porque tem que ter... Ah é! Três Algarismos. “Pera”.
Oficina 2	02	Reajuste nos planos	Miguel: Não é só a gente fazer MMC... Cecília: E se a gente, tipo, observar, tipo, dois, quatro elevado à quarta e quatro vezes...
Oficina 2	03	Reajuste nos planos	Esther: Então é só fazer a mesma... Oh, é só fazer no mesmo raciocínio
Oficina 2	04	Testagem de possibilidades	Enzo: Nove mais alguma coisa já vai ser maior que 81, e o próximo, e o próximo, potência elevado a quarta perfeita é 256. Mesmo se for 9, 9, 9 não vai dar 256.
Oficina 2	05	Interrupção	Pesquisadora: Por que está fazendo de cabeça se você tem um papel?
Oficina 2	06	Nova compreensão da questão	Augusto: É, então, não tem nenhum número que consegue fazer isso. Miguel: Ih, é verdade!
Oficina 2	07	Testagem de possibilidade	Cecília: Porque é o seguinte: 900 seria 81, o próximo número dobrado é 100. A diferença de 100 para 81 é 19. 19... Tipo, o menor é 16, 16 mais 3, mas 3 não é quadrado. Aí você volta, é... 9, 9 mais 10 não dá!
Oficina 2	08	Nova compreensão da questão	Augusto: Pensei agora. É que eu tô pensando em multiplicação em vez de soma. Pesquisadora: Multiplicação em vez de soma! Entendi
Oficina 2	09	Nova compreensão da questão	Augusto: Aaah! Tem que ser igual a quarta! Então...
Oficina 2	10	Nova compreensão da questão	Cecília: Tem que ser igual à quarta potência! Ah! Aaah!

Oficina 2	11	Testagem de possibilidade	Gustavo: Não, não vai dar certo isso daqui! Aqui vai dar 64...
Oficina 2	12	Testagem de possibilidade	Augusto: 64 com 5 dá... 71, 71... 91! 91... 91! Não!
Oficina 3	01	Reajuste nos planos	Pesquisadora: Vamos ler a questão de novo, então. Miguel: Deixa eu ler, deixa eu ler
Oficina 3	02	Nova resposta	Augusto anota algo em seu papel – parece cortar o número 6
Oficina 3	03	Nova resposta	Esther: Não dá mesmo, vai dar uma dízima periódica
Oficina 3	04	Nova compreensão da questão	Enzo: Pelo menos quantas casas serão vermelhas. Aí vai ser...
Oficina 3	05	Nova compreensão da questão	Cecília: Aaahhh! Então não é para dividir por 3!
Oficina 3	06	Reafirmação	Augusto: Ele falou pelo menos, então há uma possibilidade de ter 3 Enzo: Não pode ser menor, mas pode ser igual Gustavo: Faz sentido
Oficina 3	07	Interrupção	Pesquisadora: O que que tu falou? Por que tu acha que está errado?
Oficina 3	08	Reajuste nos planos	Gustavo: Chutando! Tentando até dar certo!
Oficina 3	09	Reafirmação	Enzo: Aí vai ser um vezes sete. 7 marrons. Gustavo: 7
Oficina 3	10	Testagem de possibilidades	Enzo: E se tiver mais, e se tiver 4 vermelhos, o azul não vai poder encaixar em coluna Augusto: É! É! E se tiver dois vermelhos também fica, não pode por conta da quantidade de vermelhos por linha... É!
Oficina 3	11	Interrupção	Gustavo: Tem mais papel? [Pesquisadora abre a pasta e entrega uma folha para Gustavo] Enzo: Posso também?

Oficina 3	12	Testagem de possibilidades	<p>Augusto: E se tivesse 4 vermelhos em cada linha, aí ia ter 4 vermelhos em cada coluna, aí, tendo isso, (Enzo: da maneira mais distribuída possível) o azul não ia conseguir</p> <p>Enzo: O azul não iria ser igual, o azul não iria conseguir, e se fosse 4 o marrom não conseguiria ficar</p>
-----------	----	----------------------------	---

Ao compararmos os quadros 21 (Descrição de Gatilhos) e 33 (Descrição de Desfechos), analisando qual o gatilho e desfecho de cada Episódio, percebemos que um mesmo padrão de gatilho apresenta uma variedade de padrões de desfechos e um mesmo padrão de desfecho pode ter partido de padrões de gatilhos distintos. Assim, como esperado, a imaginação não tem um fim previsível, isto é, ela será co-construída pelos indivíduos em interação com recursos presentes. Dessa forma, cada espiral se dá de maneira única.

A fim de resumir como foi a distribuição dos padrões de desfecho em relação às três Oficinas, apresenta-se o quadro abaixo:

Quadro 34: Distribuição dos Padrões de Desfecho nas Oficinas

Distribuição dos Padrões de Desfecho nas Oficinas			
<i>Tipos de Desfecho</i>	<i>Oficina 1</i>	<i>Oficina 2</i>	<i>Oficina 3</i>
Nova compreensão da questão		OF02EP01 OF02EP06 OF02EP08 OF02EP09 OF02EP10	OF03EP04 OF03EP05
Testagem de possibilidades		OF02EP04 OF02EP07 OF02EP11 OF02EP12	OF03EP10 OF03EP12
Nova resposta	OF01EP02		OF03EP02 OF03EP03
Resolução hipotética alternativa	OF01EP03 OF01EP06		
Reafirmação			OF03EP06 OF03EP09
Reajuste nos planos	OF01EP01	OF02EP02	OF03EP01

		OF02EP03	OF03EP08
Apreciação Metodológica	OF01EP04 OF01EP05		

A partir do Quadro 34, podemos notar que os padrões de desfechos mais comuns são os padrões Nova compreensão da questão, com sete desfechos, e Testagem de possibilidades, com seis desfechos. Apesar da alta frequência destes padrões, eles se concentram exclusivamente nas Oficinas 2 e 3. Uma interpretação possível é que o tipo de problema apresentado na Questão 1 correspondia a um assunto já habitual para os estudantes, sendo mais rápida a compreensão da questão e a identificação de um caminho resolutivo eficaz, enquanto que, em relação às outras Oficinas, o grupo alterou sua compreensão do enunciado cinco vezes na Questão 2 e três vezes na Questão 3 e testaram se a resolução era plausível quatro vezes na Questão 2 e duas vezes na Questão 3.

Ademais, percebemos dois padrões que somente aparecem nos registros da Oficina 1: o padrão Resolução Hipotética Alternativa e Apreciação Metodológica, cada um com dois desfechos cada. Seguindo a mesma lógica da explicação anterior, atribuímos esse resultado ao domínio dos estudantes quanto ao método do MMC e das questões que o utilizam. Isso porque, segundo os estudantes, além de terem estudado esse assunto no colégio, eles já o tinham aprendido nos anos anteriores, a fim de fazer o concurso de admissão ao colégio. Logo, os estudantes possuíam mais recursos conceituais e tácitos sobre a resolução de questões de MMC que facilitaram a capacidade de generalizar o conhecimento e fazer apreciação sobre método do MMC, enquanto que para as Questões 2 e 3, os estudantes pareciam “tatear” e elaborar um caminho resolutivo possível para resolver as questões. Adicionalmente, já que resolução da situação-problema da Oficina 1 já estava bem estabelecida, foi possível aos estudantes explorar cenários hipotéticos e propor resoluções para esses cenários alternativos.

Ademais, houveram três Episódios que não apresentaram um padrão de desfecho, por terem sido encerradas abruptamente por uma interrupção, não sendo o processo imaginativo retomado posteriormente. Foi esse o caso do Episódio 5 da Oficina 2 e os Episódios 7 e 11 da Oficina 3.

A partir das observações realizadas, entendemos que os padrões de desfecho apresentados são formas pelas quais o imaginar o errar contribui para a resolução de problemas

de matemática, promovendo mudanças tornando-se um processo potencializador da resolução de situações-problema.

4.3 O imaginar o errar em resolução de situações-problema de matemática

Enquanto a primeira parte da apresentação dos resultados se focalizou na apresentação da dinâmica e padrões sobre o imaginar o errar, nesta segunda parte passaremos a nos debruçar sobre o processo de resolução de problemas matemáticos e como o processo imaginativo acerca do errar o modifica. Baseando-se na visão da análise microgenética histórico-relacional, interpretamos que a resolução de problemas em andamento pode ser compreendida como um processo de mudanças, no qual o grupo está co-construindo estratégias para responder à questão que não tem uma resposta à priori. A noção de processo de mudança se dá porque a resolução de problemas se constitui de uma sequência de ações necessárias, que vão se complexificando a fim de poder atingir a resposta: da compreensão do enunciado, ao desenvolvimento de um plano, da execução deste plano até a análise para ver se o resultado é condizente com o que foi pedido. A compreensão de mudança sob a perspectiva microgenética procura promover um olhar do processo como contínuo e gradual, em um movimento constante entre momentos de maior estabilidade dinâmica (em que são percebidos os *frames*) e de modificações desses padrões (Granott; Fischer; Parziale, 2002; Siegler; Crowley, 1991). No caso da resolução de problemas, notamos que as fases da resolução de problemas se configuram como os momentos em que o grupo apresenta co-ações em torno de um mesmo objetivo, corregulando-se a fim de respondê-lo. Portanto, consideramos que as fases da resolução de problema são os *frames* desta pesquisa.

Ademais, nos subtópicos acima, entendemos que o processo imaginativo sobre o errar tanto emerge devido às interações entre os participantes com o meio, como o próprio processo modifica a resolução da atividade matemática. Neste subtópico, então, buscaremos entender em que nível o imaginar o errar auxilia os estudantes a mudar o andamento da resolução, tendo como ferramenta teórica os níveis de mudança de Fogel e colaboradores (2006). Logo, podemos analisar que contribuições o imaginar o errar dos estudantes proporciona a resolução de problemas: variações de compreensão do enunciado (a exemplo do nível de mudança 1, variabilidade ordinária), se inovações estratégicas (a exemplo do nível de mudança 2, inovação) ou catalisa a transição de uma fase de resolução para outra (a exemplo do nível de mudança 3, mudança emergente).

Nesse sentido, abordaremos primeiramente a atividade resolutive realizada pelos estudantes, a fim de descrever sinteticamente a dinâmica na qual ocorre a resolução das questões ao longo do tempo. Para isso, faremos referência às fases da resolução de problemas descritas originalmente por Polya (1995): Compreensão do Problema, Estabelecimento de um Plano, Execução do Plano e Retrospecto (também comumente conhecida por Revisão). Posteriormente, integramos o processo de imaginar o erro à dinâmica resolutive, a fim de descrever como esse movimento simbólico permite a mudança na resolução de problemas matemáticos.

Como recurso que contribuirá para a apresentação dos resultados e da análise, foi construído uma “Linha do tempo” da resolução de problemas para cada Oficina, na qual são representadas por cores as fases da resolução de problemas. Dessa representação imagética de cada Oficina, foi adicionada uma barra inferior para retratar o processo de imaginar o erro. Dessa forma, será possível visualizar concomitantemente a fase da resolução de problemas e os momentos em que o imaginar o erro se processa na Oficina. Esses recursos serão expostos a partir da Figura 9 até a Figura 14.

4.3.1 Resolução de situações problemas de matemática

Em linhas gerais, a dinâmica das Oficinas conduzidas pela pesquisadora com os estudantes foi bem similar entre si, visto que os recortes selecionados para este trabalho apresentaram uma conversa inicial com o grupo, com a checagem de como os participantes estavam, seguida da resolução de uma situação-problema de matemática pelos estudantes, sendo finalizado no momento em que os estudantes davam sua resposta final à pesquisadora. Para esta parte da análise, no entanto, serão somente considerados os momentos nos quais os estudantes estavam realizando a situação-problema.

Para uniformizar a maneira como o tempo de resolução foi contado, foi creditado o tempo a partir do momento em que houve a leitura da questão até após a resposta final dos estudantes para a pesquisadora. Dessa maneira, a conversa inicial com os estudantes foi descartada para essa parte da análise. Considerando somente o tempo de duração da resolução de cada situação problema (sem a conversa inicial), a Oficina 1 registrou o tempo mais curto, sete minutos e quarenta e sete segundos, enquanto que as Oficinas 2 e 3 tiveram durações mais semelhantes entre si: a Oficina 2 teve quinze minutos e vinte e um segundos e a Oficina 3 dezoito minutos e 1 segundo. Essa diferença no tempo das Oficinas pode ter se dado porque a Questão 1, realizada na primeira Oficina, constava no livro didático dos estudantes, podendo

ter sido uma questão similar às questões já realizadas anteriormente pelos participantes, tanto no quesito de um enunciado semelhante, quanto em relação ao nível que os estudantes estavam habituados. Além disso, outro elemento que pode ter contribuído para um menor tempo é que, como já comentado no tópico 3.7.3.1 Realização da Oficina 1, uma das participantes (Esther) comentou já ter realizado aquela questão e errado, lembrando-se da resposta do gabarito, mas não recordava como se solucionava a questão.

A fim de poder descrever o transcorrer da dinâmica resolutiva de cada Oficina, a pesquisadora fez uso das já descritas fases da resolução de problemas de Polya (1995), comparando as ações esperadas para cada fase com as co-ações dos participantes descritas nas transcrições das Oficinas. A fim de montar a representação imagética, a pesquisadora designou cores específicas para cada fase (como será descrito na legenda das representações imagéticas) e, quando um conjunto de ações, gestos ou falas correspondiam às ações de uma fase de Polya, a pesquisadora foi “colorindo” a barra gráfica. Ao final, a barra gráfica estava preenchida com as cores correspondentes às fases da resolução de problemas. Consideramos a passagem de tempo como partindo da extrema esquerda da barra gráfica e, conforme o tempo passa, seguindo em direção à direita. A unidade de tempo indicadas acima demarcam a passagem de um minuto.

Durante esse processo, no entanto, percebeu-se duas dinâmicas interacionais no grupo pesquisado que não correspondiam a nenhuma das fases de resolução descritas por Polya, mas que estavam presentes em todas as três Oficinas. Desse modo, formulamos duas novas fases que compuseram a resolução das questões no presente trabalho, são elas: a Resposta e a Ampliação Interativa.

A fase da Resposta corresponderia às interações nas quais o grupo, ou parte dele, indica qual é a solução encontrada para o problema proposto, seja essa solução somente o resultado final construído (numérico ou não), ou o resultado final aliado aos métodos e cálculos realizados. Apesar dessa fase ser fruto do processo resolutivo das outras fases, compreendemos que ela se configura como uma parte importante da dinâmica, tendo um papel próprio e distinto em relação às outras fases. Ademais, percebemos que ao responder às questões, o grupo ou indivíduo não retoma todo o seu caminho resolutivo, mas somente uma parte que julga relevante para satisfazer a pergunta do enunciado. Assim, entendemos que a resposta não é somente a um elemento obrigatório ao final do processo resolutivo, mas se configura como uma dinâmica no qual são escolhidas as partes da resolução do problema que permitirão responder

adequadamente à questão. A exemplo disto, ilustramos a partir da resposta final dos estudantes à questão da Oficina 2:

Quadro 35: Resposta final dos estudantes à Questão 2 da Oficina 2

[26:17] Pesquisadora: Vocês terminaram?

[26:18] Gustavo: Sim

[26:19] Cecília: Sim

[26:20] Pesquisadora: Tá certo, então! Então vamos lá, qual a resposta da letra a?

[26:24] Cecília: Não existe

[26:24] Gustavo, Miguel e Augusto: Não existe

[26:25] Pesquisadora: Por que?

[26:26] Enzo: Porque..

[26:27] Gustavo: De acordo com nossos cálculos, não existe.

[26:30] Cecília: Porque 999 seria a duzentos e...

[26:32] Enzo: Quatro à quarta é 256 e o maior número de 3 algarismo é 999, que a soma dos quadrados dá igual a 243

[26:40] Pesquisadora: Entendi. E a letra b?

[26:44] Gustavo e Augusto: 900 e 841

Fonte: A autora (2024)

No exemplo acima citado, os estudantes restringem sua resposta a “não existe” e à solução numérica “900 e 841”. Mesmo quando questionado o porquê daquela resposta da letra a pela pesquisadora, o grupo somente comenta “de acordo com nossos cálculos” e apresenta o cálculo que levou ao resultado.

Dessa forma, podemos observar a partir desse exemplo os participantes deixam de lado seus impasses, contradições e dúvidas que tiveram ao longo da resolução ao responder a questão. Essa dinâmica tem paralelo aos resultados discutidos por Hadamard, conforme apresentados por Cury (2019). Hadamard, ao se dedicar a entender o processo de construção de conhecimento dos matemáticos, percebia que estes cometiam muitos erros em seus cálculos e

hipóteses, contudo, ao apresentar para seus estudantes a hipótese que haviam criado, somente exibiam o produto final de suas conclusões. Assim, ao responder, o processo de errar não é evidenciado.

A segunda fase proposta, a Ampliação Interativa, é criada em decorrência da dinâmica coletiva de trocas entre os participantes e a pesquisadora-mediador. Como a preocupação de Polya residia em explicar os métodos que levariam a resolver um problema, ele o faz pensando em quais são os passos que o indivíduo precisa aplicar para encontrar a solução. Como partimos de uma compreensão sociocultural, entendemos que o processo de resolução pode ser potencializado pela interação do grupo, seja em qualquer uma das fases já descritas. Contudo também é reconhecido trocas interativas que ultrapassem o objetivo exclusivo de responder uma questão específica. Por isso, a fase da Ampliação Interativa que propomos abarca a comunicação do grupo quanto a experiência de estar realizando a questão (por exemplo: o que estão sentindo em determinado ponto da questão, se acham a questão de nível fácil ou difícil, se já tinham realizado alguma questão similar antes), como também debatendo sobre a eficácia de um método matemático, em que situações aplicar ou não uma técnica matemática, a diferença entre dois métodos resolutivos.

Adicionando as duas novas fases propostas, a construção da representação imagética do processo de resolução das Oficinas contou com seis fases que foram observadas ao longo da realização das questões. A seguir, a partir da Figura 9 e até a Figura 11, apresentar-se-á às representações imagéticas do desenvolvimento microgenético das Oficinas no que tange à resolução de problemas de matemática. Cada figura corresponde a dinâmica de uma Oficina. Estas figuras foram desenvolvidas para facilitar a visualização do processo dinâmico e não-linear das fases da resolução de problema. Vejamos cada uma destas figuras devidamente interpretadas a seguir.

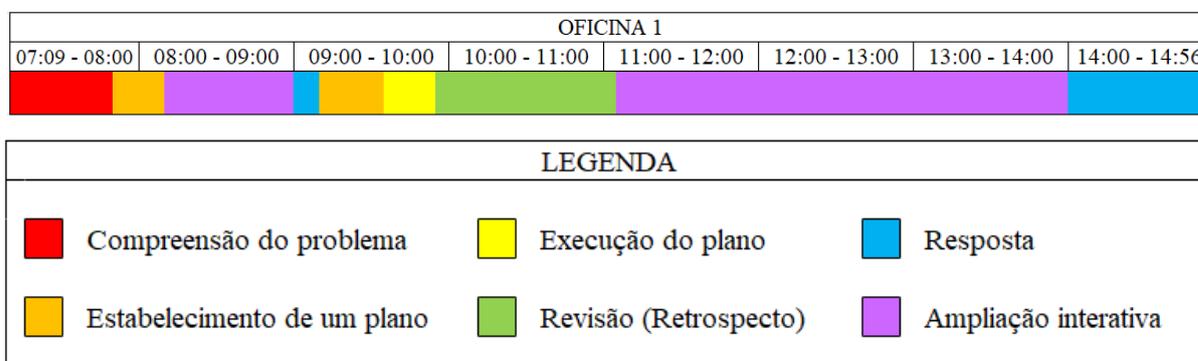
OFICINA 1

A Figura 9 abaixo corresponde à dinâmica resolutiva da Oficina 1. Nela, podemos perceber que as fases da resolução de problemas parecem seguir, na maior parte da Oficina, a ordem cronológica proposta por Polya, na qual é feita a compreensão do problema, é estabelecido um plano para resolvê-lo, após isso este plano é executado, os participantes revisam o que fizeram e, por fim, respondem à questão. Além disso, são observados dois momentos bem demarcados em que o grupo fica discutindo para além dos métodos resolutivos

específicos para a Questão 1, que correspondem à fase da Ampliação Interativa. No primeiro desses momentos, Esther comenta como foi realizar a Questão 1 anteriormente e como foi para ela errar. Já no segundo momento da Ampliação Interativa, o grupo ficou discutindo sobre a plausibilidade de diferentes métodos que poderiam ser utilizados para resolver a questão, quais os limites de cada um.

Além disso, é percebido um pequeno momento, ao início do minuto 09:00-10:00, no qual acontece a fase “Resposta”, demarcado de azul. Informamos que esse momento ocorreu porque um dos participantes, Augusto, voltou-se para a pesquisadora e comentou que já tinha feito o cálculo da questão, e informou a resposta que obteve, tendo resolvido a questão enquanto o restante do grupo estava envolvido na fase da Ampliação Interativa. Foi, então, solicitado que Augusto pudesse resolver a questão em grupo, o que prontamente fez.

Figura 9: Fases da resolução de problema da Oficina 1



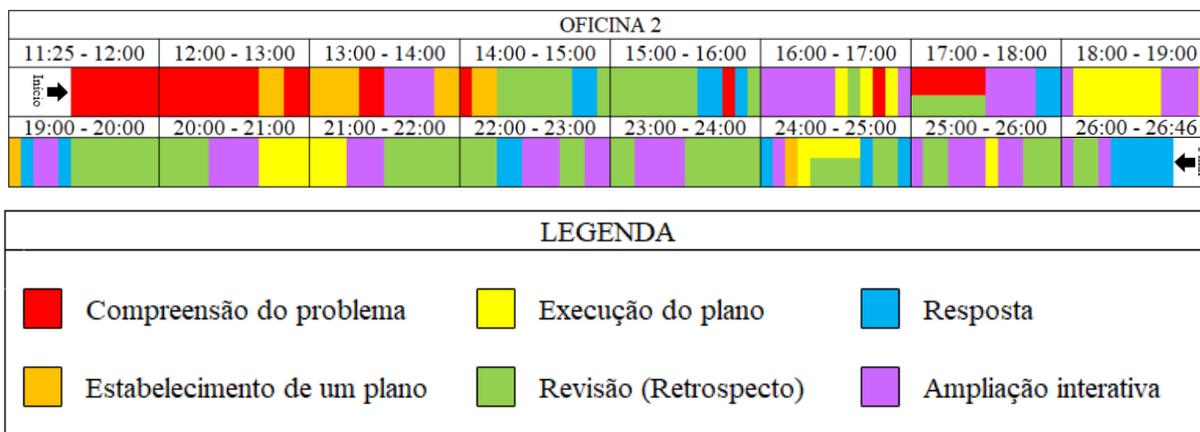
Fonte: A autora (2024)

OFICINA 2

Já a Figura 10 abaixo representa a dinâmica resolutiva referente à Oficina 2. Diferentemente da Oficina passada, já é percebido que as fases de Polya se interpõem ao longo de toda Oficina. Esta representação aponta para uma dinâmica não-linear, em que o processo de resolução vai-e-volta entre as fases. Percebemos também que algumas fases da resolução parecem ter mais espaço que outras, isto é, certas dinâmicas resolutivas parecem ser mais necessárias para o caminho resolutivo que o grupo está propondo. Além disso, observa-se que na primeira metade do minuto 17:00-18:00 e em uma parte do minuto 24:00-25:00, há duas cores em um mesmo período. Este tipo de representação foi utilizado para mostrar que duas

fases estavam acontecendo simultaneamente, já que subgrupos estavam em fases diferentes da resolução.

Figura 10: Fases da resolução de problema da Oficina 2

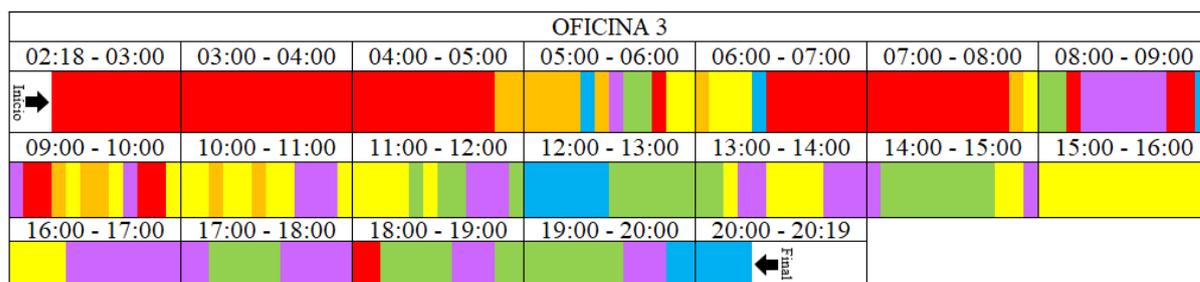


Fonte: A autora (2024)

OFICINA 3

Por último, a Figura 11, correspondente à Oficina 3, apresenta característica semelhantes à Oficina 2: as fases da resolução de problemas estão intercaladas em uma dinâmica de vai-e-volta. Um dos destaques desta questão é um período mais longo dedicado a compreensão do problema. Isto pode ter ocorrido já que a Questão 3 estava em um nível de dificuldade acima dos estudantes, necessitando mais tempo e exploração entre os participantes do grupo para que fosse compreendida.

Figura 11: Fases da resolução de problema da Oficina 3



LEGENDA					
	Compreensão do problema		Execução do plano		Resposta
	Estabelecimento de um plano		Revisão (Retrospecto)		Ampliação interativa

Fonte: A autora (2024)

Para sintetizar quanto o grupo dispendeu proporcionalmente em cada fase da resolução de problemas por questão, resumimos as informações na seguinte tabela:

Tabela 1: Percentual de segundos de cada fase da resolução de problemas por Oficinas

PERCENTUAL DE SEGUNDOS DE CADA FASE DA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS POR OFICINAS			
<i>Fases da Resolução de Problema</i>	<i>Oficina 1</i> (n = 467s)	<i>Oficina 2</i> (n = 921s)	<i>Oficina 3</i> (n = 1081s)
Compreensão do problema	8,6	14,5	26,7
Estabelecimento do plano	9,7	6,2	6,5
Execução do plano	4,3	12,5	20,3
Revisão (Retrospecto)	15	33,7	19,8
Resposta	14	9,3	6,9
Ampliação Interativa	48,4	23,8	19,8

Fonte: A autora (2024)

A partir das imagens discutidas acima, compreendemos que a representação imagética da dinâmica resolutiva das Oficinas facilita a visualização da transição entre as fases resolutivas da questão como um todo. Assim, ao invés de explorar a transcrição dos registros contendo cerca de oito, quinze e dezoito minutos de interações, a representação da barra gráfica agiliza esta percepção.

Em relação ao que foi observado ao longo das Figuras 9 a 11, uma possível interpretação da divergência entre a representação da Oficina 1 em relação às outras duas representações é que, quanto mais o assunto requerido na questão estiver no Nível de Desenvolvimento Real dos participantes, mais rápida se darão as fases. Além disso, quanto mais praticado a resolução de problemas no sistema formal de educação, mais padronizado se parecerá a resolução de atividades, isto é, corresponderá a ordem apresentada dos passos das fases de resolução de

Polya, que é largamente ensinado os cursos de graduação aos professores de matemática (Braga, 2020).

Outro aspecto importante que podemos concluir, desta vez a partir da Tabela 1, é que quanto maior o nível de dificuldade da questão, o grupo de estudantes precisou de mais tempo para a compreensão do problema e para sua execução. Enquanto o grupo utilizou 8,6% do total de tempo para compreensão do enunciado e 4,3% para execução na Questão 1, eles utilizaram 14,5% do tempo para compreensão e 12,5% para execução na Questão 2, já na Questão 3 foram 26,7% para compreensão e 20,3 para execução.

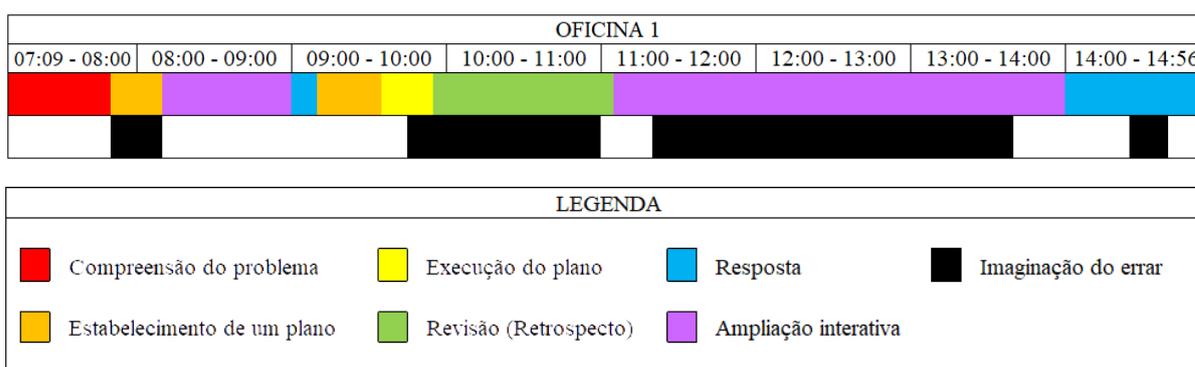
Por fim, o movimento das fases da resolução de problemas deste trabalho, enquanto *frames*, apontam para um processo de mudança contínuo e não-linear. Também percebemos que todas as fases se fazem presentes na resolução de todas as três situações-problema, entretanto o tempo despendido nas fases em cada questão diferem, o que interpretamos como o caráter situado e específico, tanto do que é requerido pela questão, como o grau de dificuldade e familiaridade que os estudantes tem em relação a questão matemática.

4.3.2 O imaginar o errar como catalisador simbólico do processo de resolução de problemas

Como já mencionado, apresentaremos abaixo as Figuras de 12 a 14, nas quais trazem, em paralelo, a representação imagética da dinâmica resolutiva de cada Oficina e o processo de imaginar o errar. Tornou-se possível representar graficamente os Episódios imaginativos na “linha do tempo” da resolução de atividades porque as interações, gestos e falas da espiral imaginativa foram demarcados temporalmente, segundo a segundo. Assim, a barra inferior dedicada a retratar a Espiral Imaginativa do Erar representa o momento inicial ao momento final da dinâmica imaginativa do errar. A partir dessa representação, poderemos visualizar como o imaginar o errar modifica o processo de resolução de questões dos participantes. Aliado a isso, a transcrição das Oficinas nos permitiu perceber como a imaginação do errar estava atuando sobre as fases da resolução de problemas. Em suma das observações feitas, foram construídos quadros para sintetizar as permanências e mudanças das fases em decorrência do imaginar o errar.

A partir da Figura 12 abaixo, percebemos que o imaginar o errar co-emergiu na Oficina 1 em quase todas as fases da resolução de problemas, à exceção da compreensão do problema. Isso pode ser notado porque a barra de cor preta apresenta-se logo abaixo de quase todas as cores, sendo a vermelha (compreensão do problema) a única na qual não há contato. Pontua-se, entretanto, que nesta Oficina, a fase de compreensão do problema correspondeu somente à parte da leitura da questão, já que os estudantes não debateram como interpretação a situação-problema, partindo de imediato da leitura para construir um plano.

Figura 12: Imaginar o errar durante a resolução de problema da Oficina 1



Fonte: A autora (2024)

A partir do gráfico acima, em conjuntura com a transcrição das Oficinas, foi possível analisar como cada Episódio transicionava o caminho resolutivo do grupo. De maneira geral, caso o imaginar o errar permitisse que o grupo passasse de uma fase da resolução para outra, esta se configuraria como uma mudança emergente, isto é, uma mudança de nível 3. Já caso o processo imaginativo permanecesse em uma mesma fase, era visto se o imaginar contribuía somente para diversificar ideias em relação ao que o grupo já estava interagindo, isto é, trazendo ideias similares (uma mudança de nível 1, variabilidade ordinária), ou trazendo ideias novas, como uma nova compreensão da questão, ou possibilidades alternativas para responder ao problema (mudança de nível 2, inovação). Decorrente disto, organizamos o seguinte quadro:

Quadro 36: Nível de mudança dos Episódios referentes à Oficina 1

Níveis de Mudança do Imaginar o Errar da Oficina 1		
Episódio	Atuação nas fases de resolução da Questão 1	Nível de Mudança

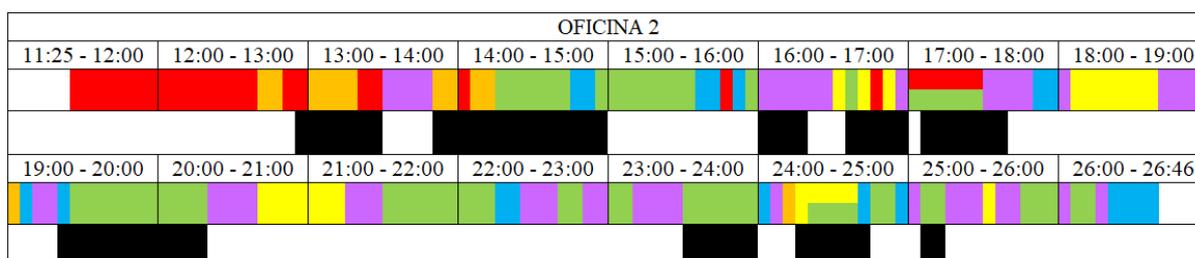
OF01EP01	Mudança da fase Compreensão do problema para Estabelecimento de um plano	Mudança Emergente
OF01EP02	Mudança da fase Execução do Plano para Revisão	Mudança Emergente
OF01EP03	Permanência na fase Revisão	Inovação
OF01EP04	Permanência na fase Ampliação Interativa	Inovação
OF01EP05	Permanência na fase Ampliação Interativa	Inovação
OF01EP06	Permanência na fase Resposta	Inovação

A partir do Quadro 36, podemos perceber que o processo imaginativo do errar na Oficina 1 auxiliou a trazer tanto inovações, como transicionar para outras fases da resolução.

OFICINA 2

Em relação a Figura 13, podemos perceber que o imaginar o errar perpassa por todas as fases de resolução dessa Oficina. Um dos aspectos interessantes para se observar a partir desta figura é que o imaginar o errar transiciona entre diferentes fases da resolução. Isto é, o processo imaginativo permite fazer considerações sobre a resolução, apoiando-se em diferentes dinâmica interacionais.

Figura 13: Imaginar o errar durante a resolução de problema da Oficina 2



LEGENDA							
	Compreensão do problema		Execução do plano		Resposta		Imaginação do erro
	Estabelecimento de um plano		Revisão (Retrospecto)		Ampliação interativa		

Fonte: A autora (2024)

Do mesmo modo que a Oficina 1, analisamos como os Episódios transformação a resolução da atividade matemática, resultando no Quadro 37. Nele percebemos que a Oficina 2 variou entre mudanças emergentes e variabilidade ordinária. Nota-se, ainda, que o imaginar o erro dos Episódios 2 e 5 transicionaram para mais de uma fase.

Quadro 37: Nível de mudança dos Episódios referentes à Oficina 2

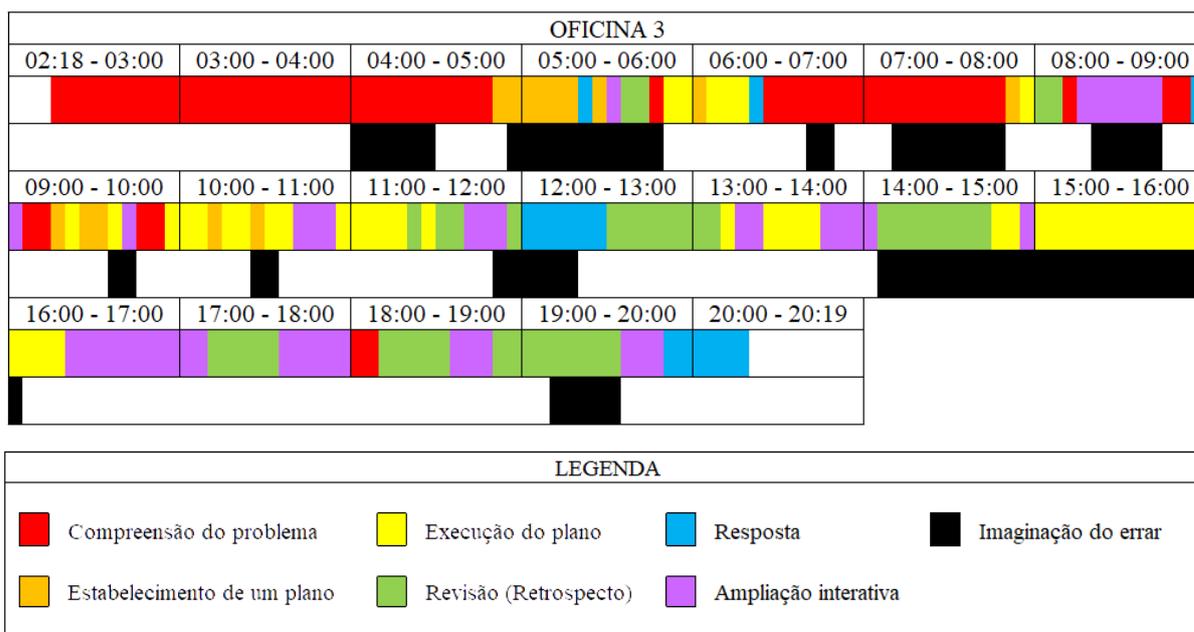
Níveis de Mudança do Imaginar o Erro da Oficina 2		
Episódio	Atuação nas fases de resolução da Questão 2	Nível de Mudança
OF02EP01	Mudança da fase Estabelecimento de um plano para Compreensão do problema	Mudança Emergente
OF02EP02	Mudança da fase Estabelecimento de um plano, para Compreensão do problema, e novamente para Estabelecimento de um plano	Mudança Emergente
OF02EP03	Permanência na fase Revisão	Variabilidade ordinária
OF02EP04	Mudança da fase Revisão para Ampliação Interativa	Mudança Emergente
OF02EP05	Mudança da fase Revisão para Execução do plano, para Compreensão do problema, para Execução do plano	Mudança Emergente

OF02EP06	Mudança da fase Compreensão do problema para Ampliação Interativa	Mudança Emergente
OF02EP07	Permanência na fase Revisão	Variabilidade Ordinária
OF02EP08	Mudança da fase Resposta para Revisão	Mudança Emergente
OF02EP09	Mudança da fase Resposta para Revisão	Mudança Emergente
OF02EP10	Mudança da fase Revisão para Compreensão do problema	Mudança Emergente
OF02EP11	Permanência na fase Revisão	Variabilidade Ordinária
OF02EP12	Permanência na fase Revisão	Variabilidade Ordinária

OFICINA 3

Por fim, apresentamos a Figura 14, que mostra a interação da espiral imaginativa do errar em relação à resolução de problema da Oficina 3. Percebemos visualmente que a barra preta, correspondente ao imaginar o errar, interage com todas as outras cores, correspondente às fases da resolução de problemas.

Figura 14: Imaginar o errar durante a resolução de problema da Oficina 3



Fonte: A autora (2024)

Em síntese, o imaginar o erro nessa Oficina operou as seguintes mudanças na resolução da questão:

Quadro 38: Nível de mudança dos Episódios referentes à Oficina 3

Níveis de Mudança do Imaginar o Erro da Oficina 3		
Episódio	Atuação nas fases de resolução da Questão 3	Nível de Mudança
OF3EP01	Permanência na fase Compreensão	Variabilidade ordinária
OF3EP02	Mudança da fase Estabelecimento de um plano para Resposta	Mudança Emergente
OF3EP03	Mudança da fase Estabelecimento de um plano, para Ampliação Interativa, para Revisão para Compreensão do problema	Mudança Emergente

OF3EP04	Permanência na fase Compreensão do problema	Inovação
OF3EP05	Permanência na fase Compreensão do problema	Inovação
OF3EP06	Mudança da fase Ampliação Interativa para Compreensão do problema	Mudança Emergente
OF3EP07	Mudança da fase Execução do plano para Ampliação Interativa	Mudança Emergente
OF3EP08	Mudança da fase Estabelecimento de um plano para Execução de um plano	Mudança Emergente
OF3EP09	Mudança da fase Revisão para Resposta	Mudança Emergente
OF03EP10	Permanência na fase Revisão	Inovação
OF03EP11	Permanência na fase Execução do plano	Variabilidade ordinária
OF03EP12	Permanência na fase Revisão	Variabilidade ordinária

No Quadro 38, percebemos que a Oficina 3 apresentou os três níveis de mudança, sendo três variabilidade ordinária, três inovações e seis mudanças emergentes. Nesse sentido, percebemos que na maioria dos casos deste estudo o imaginar o errar permitiu que o grupo de estudantes transicionasse de uma fase para outra da resolução das questões, mas além disso, ela também permitiu diversidade de ideias e inovações em uma mesma fase. Decorrente disto, podemos interpretar a potência do imaginar o errar para auxiliar no caminho resolutivo dos estudantes.

CAPÍTULO 5**DISCUSSÃO**

Este capítulo tem como objetivo sintetizar e discutir os principais resultados apresentados no capítulo anterior, integrando suas ideias com o processo de construção desta pesquisa e com os fundamentos teóricos apresentados.

Nesta dissertação, defendemos o imaginar o errar como um processo que facilita a exploração de interpretações, planos, hipóteses resolutivas e resultados, a fim de analisar plausibilidade desses elementos para a situação-problema de matemática: este plano permitirá que eu encontre o que é pedido no enunciado? Esta interpretação é condizente com os elementos apresentados? Este método matemático é eficaz nessa situação? O resultado encontrado é pertinente? Há outra solução possível? Estas são questões possíveis a serem refletidas nesse processo. Nesse sentido, o imaginar o errar é um processo que medeia a resolução de problemas, criando um horizonte imaginativo para que aqueles que resolvem a questão possam considerar a possibilidade de errar durante todo o processo de resolução do problema, reconhecendo possibilidades e limites no caminho resolutivo escolhido.

Assumimos neste trabalho a perspectiva da psicologia sociocultural e, nesse sentido, compreendemos o imaginar o errar a partir de uma visão processual e desenvolvimental, na qual tem base em sua natureza sócio-histórica e relacional. Diferentemente da compreensão deficitária da imaginação (Zittoun; Cerchia, 2013), de caráter intrapsicológica, o processo imaginativo neste trabalho foi observado como um processo coletivo entre os participantes, sendo complexificado pelas diferentes ideias e estratégias. Compreende-se ainda que o processo imaginativo sobre o errar sob o olhar sociocultural é em processo de mútua constituição, modificando-se ao longo do tempo em sistema dinâmico. Não desconsiderando outros elementos na constituição da experiência, mas destacamos dois dos aspectos que foram destaque nesta co-construção do imaginar o errar nesta pesquisa, são eles: o próprio grupo de estudantes e as situações-problemas de matemática.

Comentando rapidamente sobre cada um dos aspectos destacados, entendemos que a resolução de problemas em grupo foi, para além de proporcionar a diversidade de perspectivas sobre a resolução, um catalisador para que o processo imaginativo do grupo se complexificasse. Isso foi notado quando uma espiral imaginativa era iniciada pela divergência entre caminhos resolutivos sugeridos pelos participantes, e após a discussão e consideração dos dois lados pelo

grupo, uma nova compreensão, plano ou até mesmo resposta era co-construída. Dessa forma, concordamos com Moreno (2006) quando comenta que um pequeno grupo de estudantes, ao realizar conjuntamente o problema matemático, potencializa o processo de construção do conhecimento, visto que esse não é somente um somatório das perspectivas individuais, mas um processo conjunto e original. Moreno comenta ainda que a troca comunicativa entre estudante para a realização de atividades matemáticas poderia até facilitar a discussão sobre erros. Nesse sentido, esta pesquisa torna-se um embasamento empírico para essa proposição.

Além disso, o grupo de participantes foi capaz de resolver todas as três questões propostas com êxito, resolvendo de maneira a achar a resposta esperada. É notório, no entanto, que os estudantes estavam no início do 6º ano, cursando-o pela primeira vez, e conseguiram resolver questões de Olimpíadas que eram designadas para anos acima, como o 8º e 9º ano. Algumas interpretações são possíveis: não podemos desconsiderar que o recorte de voluntários foi entre estudantes que se classificaram em um concurso público concorrido para entrar no colégio participante, além disso, todos os discentes afirmaram ter afinidade com matemática. Para além disso, Goos, Galbraith e Renshaw (20020) já apontavam para a potência de um grupo colaborativo para atuar acima do seu nível de desenvolvimento atual. Isso porque a Zona de Desenvolvimento Potencial do grupo é estimulada pela expertise de cada um, que contribuem mutuamente com o Nível de Desenvolvimento Real de cada estudante.

Quanto às situações-problema de matemática, entendemos que elas se configuram tanto como a atividade a ser realizada, como recurso que viabiliza suas próprias reelaborações. Em outras palavras, partilhamos da compreensão de Kotsopoulos e Cordy (2009) e Brolezzi (2015), que o problema de matemática pode ser um disparador da imaginação, iniciando uma excursão exploratória, a fim de criar novas soluções e testar hipóteses. Inclusive, a leitura da questão foi identificada como um dos disparadores da imaginação do errar, o padrão de gatilho “releitura”. Ao mesmo tempo, durante a excursão imaginativa, foi notado durante as espirais imaginativas a rápida retomada dos estudantes ao enunciado da situação-problema a fim de co-construir recursos para elaborar a solução.

Cada situação problema apresentou sua particularidade, contudo, de maneira geral, entendemos que a Questão 1, a questão considerada mais fácil e de maior familiaridade dos estudantes, permitiu que os estudantes elaborassem mais a imaginação deles, visto que apresentou padrões de mediação mais complexos e diversos que as questões das duas outras Oficinas (como o padrão Cenário hipotético alternativo e Apreciação metodológica). Para

Vygotsky (2014) a imaginação é mais complexa quanto maior os recursos nutritivos e experiência passada do indivíduo. Em paralelo, os estudantes pareciam explorar e avaliar caminhos resolutivos que poderiam atender às Questões 2 e 3, visto que apresentaram mais do padrão Teste de hipóteses e Questionar caminho resolutivo.

Esses dois elementos citados (o grupo de participantes e as questões), contudo, não podem ser vistos isoladamente como fatores que vão modificar a imaginação do errar. Por exemplo, não é a questão que é facilita determinados processos e dificulta outros, mas ela está em relação com o tipo de conhecimento que os estudantes já possuem, em que formato a questão está sendo apresentada, e assim por diante.

Uma das surpresas nesta pesquisa foi ter observado o processo de imaginar o errar durante a realização das próprias Oficinas. Inicialmente, a pesquisadora supunha que este processo seria observado por meio de uma entrevista semiestruturada após a realização de atividade matemáticas. Contudo, visto que a pesquisa construiu uma riqueza de registros muito grande, com mais de sete horas e meia de filmagens e áudios, consideramos positivo ter realizado a escolha metodológica pelo recorte de pesquisa se ater ao momento inicial da Oficina, na qual foi realizado a questão. Devido a isso, foi possível observar o processo imaginativo dos estudantes conforme este se desenrolava ao longo do tempo. Outro aspecto positivo desta escolha foi notar que os estudantes não só imaginam sobre o errar, como o fazem por iniciativa própria durante a resolução de problemas.

Diferentemente da compreensão pontual do erro, como um elemento estático constatado ao final da resolução, a presente pesquisa observou a emergência da dinâmica imaginativa do errar ao longo de todas as fases da resolução de problemas, seja na compreensão da questão, no estabelecimento de um plano, na execução do plano, na revisão da questão, na ampliação interativa ou ao responder à questão. Desta maneira, podemos entender que a exploração imaginativa sobre o processo de errar não é dependente da existência de um erro na questão. Em contraste, nos alinhamos ao posicionamento que imaginar sobre o errar é, na verdade, poder explorar imaginativamente o saber em construção (Vaz, 2022).

Em termos práticos, nem docente nem discente precisam “esperar” que um erro aconteça em uma atividade ou avaliação para poder questionar e avaliar sobre a plausibilidade de um resultado, plano, método ou compreensão. Ainda mais, não é porque o estudante apresenta a resposta correta ao final de uma tarefa que este não possa explorar e hipotetizar

sobre diferentes caminhos resolutivos, como foi o caso do grupo de estudantes deste trabalho. Na verdade, entendemos que o processo de imaginar o errar é um potencializador para ajudar a construção da resolução, já que este processo possibilita que os estudantes possam avaliar a pertinência e validade de caminhos percorrido, em andamento e possíveis resoluções.

Apesar da singularidade de cada espiral imaginativa do errar, o olhar microgenético histórico-relacional, com base em procedimentos da Grounded Theory, permitiu construir padrões que nos auxiliam a entender três aspectos relevantes da espiral imaginativa: como o imaginar do errar emerge, como ele atua sobre a resolução de problemas matemáticos e quais contribuições ele oferece à atividade resolutivo. Cada um desses aspectos foi possível ser entendido devido a descrição dos padrões de gatilho, de mediação e de desfechos, respectivamente.

A partir dos padrões de gatilho construídos e descritos, percebemos que o disparador do imaginar o errar foi percebido nesse estudo como uma interação. Por exemplo, o padrão de gatilho divergência implica a relação entre um conflito entre duas ideias vistas como opostas. Assim se seguem os oito padrões construídos. Esperamos que a descrição desses padrões possa permitir a elaboração de práticas didáticas que incentivem o imaginar o errar em sala de aula e em atividades matemáticas.

Já em relação ao padrão de mediação do imaginar o errar, foram elaborados cinco padrões de como o imaginar o errar pode atuar sobre a resolução de problemas: questionar caminho resolutivo, teste de hipóteses, cenário hipotético alternativo e análise metodológica. Nesse sentido, percebemos o potencial que o imaginar o errar para atuar em diferentes dinâmicas da resolução de problemas matemáticos. Os padrões de desfechos, por outro lado, permitem identificar contribuições o processo imaginativo sobre o errar pode oferecer na construção resolutiva. Em vez de promover o reaparecimento do erro, como sugerido por Skinner ou Ausubel (Metcalf, 2017), ou servir para pensar em um modelo deficitário do que está faltando para que o estudante acerte a questão, percebemos que os padrões de desfecho da exploração imaginativa do errar promovem a co-construção o caminho resolutivo, antecipando limitações e criando novas soluções.

Outro resultado relevante nesse estudo, embora não previsto pelos objetivos, foi ter formulado duas novas fases da resolução de problemas que foram pertinentes para entender a dinâmica resolutiva dos estudos nesse estudo. Em relação a Ampliação Interativa, entendemos

que a resolução de problemas em grupo, focalizada no exercício em si e não no resultado, como sugerem os Parâmetros Nacionais Curriculares (Brasil, 1998), permitiu os estudantes explorarem a situação-problema, fazer associações com seus conhecimentos e experiências prévias, hipotetizar cenários alternativos para além da busca pela resposta certa. Nesse sentido, essa fase se mostrou proveitosa para consolidação de alguns conhecimentos matemáticos e para autopercepção dos estudantes, podendo ser um recurso didático na sala de aula, como em situações utilizando o aprendizado baseado em problemas e a aprendizagem ativa.

No que se refere à fase Resposta, foi percebido uma dinâmica específica dos estudantes a fim de selecionar as partes que consideram mais relevantes para a resposta. Sendo assim, observou-se que o grupo de estudantes dava a resposta final que considerava estar correta, ignorando o processo de construção, suas dúvidas, impasses equívocos. Como comentado anteriormente, o estudo pioneiro de Hadamard sugere que professores e matemáticos, ao expor seu processo de construção de teorias, faziam o mesmo (Cury, 2019). Nesse sentido, o processo de errar parece mais uma vez ser evitado nos momentos “relevantes”.

Ao compreender que as fases da resolução de problemas, como descrito por Polya (1945), são *frames*, isto é, momento de estabilidade dinâmica em que o grupo se corregula para atingir um objetivo (Fogel *et al.*, 2006), podemos visualizar o imaginar o errar como um recurso que permite diversificar, inovar e modificar a resolução dos participantes dentro de uma mesma fase e transicionar para outras fases – como foi descrito tanto pelo gráfico “Linha do tempo”, em que era possível observar o imaginar o errar perpassando por todas as fases. Assim, o imaginar o errar expande e refina o caminho resolutivo durante a resolução de problemas matemáticos.

CAPÍTULO 6**À GUIA DE CONCLUSÃO**

Ao concluir este trabalho, faço uma retomada do caminho trilhado ao longo dos últimos anos na Pós-Graduação, e arrisco dizer que o processo de “imaginar o errar” foi meu companheiro constante. Para além de ser o tópico de minhas reflexões teóricas, metodológicas e analíticas para a dissertação, atuei, hipotetizei, antecipei e reelaborei sobre meu próprio processo de errar. Nesse trajeto como estudante e pesquisadora principiante, posso perceber que expandi meu conhecimento acadêmico e a forma de atuar sobre ele. O processo imaginativo sobre o errar me comoveu para sentir, refletir e agir sobre a construção do conhecimento, respeitando o processo de desenvolvimento como gradual, constante e em parceria. Desta forma, posso dizer que o mergulho na temática de imaginar o errar se estabeleceu como uma experiência tanto teórica quanto tácita.

Devido ao processo de construção e reelaboração do conhecimento da própria pesquisadora sobre a temática do imaginar o errar e sobre o processo de pesquisa, o trabalho em questão foi sendo redesenhado a cada troca interacional em sala de aula, em orientação, nos debates com os pares, nas leituras científicas e no contato com os passos de pesquisa. Em vista deste processo (ainda em andamento), foram feitas reflexões que tiveram como objetivo acompanhar o desenvolvimento do imaginar o errar durante a realização de situações-problema de matemática por um grupo de estudantes do 6º ano do Ensino Fundamental. Para isso, foi realizada uma série de três Oficinas com um grupo de seis estudantes, em cada uma das quais os participantes foram convidados pela pesquisadora-mediadora para resolverem em conjunto uma situação-problema de matemática. Essa escolha metodológica permitiu acompanhar o processo resolutivo do grupo conforme ele se desenrolava, deixando em evidência as trocas interativas dos estudantes e as condições que facilitam e dificultavam sua emergência. Nesse sentido, esta dissertação teve como aspiração contribuir com um olhar histórico-relacional ao processo cognitivo e cultural da imaginação no contexto educacional da matemática.

A relevância social deste estudo reside, em parte, devido ao desafio constante de repensarmos e aperfeiçoarmos a educação matemática brasileira. Para além dos desafios inerentes à sala de aula, podemos perceber a urgência de novos caminhos por meio de indicadores internacionais e nacionais do desempenho dos estudantes em matemática, como os

resultados do PISA⁷ e Saeb⁸, os quais têm apresentado com alarde que a maioria dos estudantes brasileiros avaliados estão nos níveis mais baixos de proficiência em matemática (Brasil, 2023a; 2023b). Por exemplo, pela avaliação do PISA de 2022, último resultado divulgado até o momento, cerca de 73% dos estudantes brasileiros não atingiram o nível 2 de desempenho na prova do PISA, considerado pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) o nível mínimo para que os jovens possam exercer plenamente sua cidadania (Brasil, 2023a).

Somando ao cenário de baixo desempenho matemático, Curilla e Carmo (2023) comentam que os estudantes têm desenvolvido Ansiedade Matemática (isto é, padrões desadaptativos diante de situações que envolvam a matemática) devido aos erros na tentativa do seu aprendizado. Em consonância com isso, Sophian já apontava em 1996 que o ensino focalizado primordialmente no desempenho estudantil pode favorecer o aparecimento da “síndrome da resposta correta” (Sophian, 1996, apud Carmo; Crescenti, 2023), na qual um estudante apresenta receio de explorar possibilidades de solução para um problema proposto, para não receberem punições, como uma nota baixa. Assim, se não atentarmos para promover mais intencionalmente um cenário no qual o erro é bem-vindo, o processo de errar permanecerá sendo um assunto evitado ou restrito entre docentes e discentes, visto que práticas em sala de aula permanecem largamente embasadas na polarização entre acerto e erro (Carmo; Crescenti, 2023; Vaz, 2022).

Se, por outro lado, compreendermos o errar como um saber em construção, em processo dialético com o acerto, como proposto nesta dissertação, poderemos promover um cenário escolar com o espírito investigativo dos estudantes (Carmo; Crescenti, 2023). Nesta pesquisa, esse espírito investigativo foi observado em um grupo de seis estudantes no processo de imaginar o errar durante a resolução de situação-problema, o qual permitiu aos estudantes explorar e expandir sua experiência resolutiva em diferentes esferas temporais e hipotéticas.

Retomando os objetivos específicos propostos para esta pesquisa, entendemos que o objetivo (a), descrever como o imaginar o errar atua na resolução de situação-problema de

⁷ A Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) promove estudos comparativos a nível internacional, realizando exames para avaliar o conhecimento dos estudantes por meio da prova do Programa Internacional de Avaliação dos Estudantes (PISA), sendo uma das provas a de matemática.

⁸ O Sistema de Avaliação da Educação Básica (Saeb) é uma prova a nível nacional que visa diagnosticar a educação básica no Brasil e de avaliar quais fatores que podem interferir no desempenho do estudante (Inep, 2023), tanto em escolas públicas como privadas.

matemática, foi alcançado ao podemos construir e descrever os cinco padrões de mediação do errar na resolução de problemas de matemática. Assim, percebemos que o imaginar o errar atua no processo resolutivo ao: (i) questionar o caminho resolutivo em andamento, (ii) testar hipóteses, (iii) analisar a pertinência e eficácia do método, (iv) criar cenários hipotéticos alternativos para explorar possibilidades e (v) reavaliar o caminho resolutivo feito. Consequentemente, acreditamos ter contribuído para a área da Psicologia da Educação Matemática ao destacar a atuação do processo imaginativo sobre o errar para a resolução de problemas matemáticos.

Dando seguimento, o objetivo (b) visou descrever quais condições e elementos da resolução interativa de situações-problema de matemática se configuram como gatilhos da espiral imaginativa do errar e o objetivo (c) se referia a estudar quais contribuições dos desfechos da espiral para a atividade resolutiva. De maneira similar ao que foi proposto para responder o objetivo (a), procuramos cumprir este objetivo por meio da construção e descrição de padrões de gatilhos e desfechos, visto que os padrões devem remeter ao que um grupo apresenta como formas específicas de co-ação. Portanto, como condições da resolução de problemas que desencadearam o gatilho tivemos, por exemplo, a discordância e questionamento dos caminhos resolutivos, perguntas exploratórias, abertura de possibilidades e o processo de análise de resultados. Enquanto que em relação aos elementos da resolução que se configuram como gatilhos podemos citar a referência à experiência passada e a releitura da questão.

Já em relação às contribuições dos desfechos percebemos que elas podem ser de sete maneiras diferentes: (i) uma nova compreensão da questão; (ii) a testagem de possibilidades; (iii) uma nova resposta; (iv) resolução hipotética alternativa; (v) reafirmar o caminho resolutivo realizado, (vi) reajustar planos e (vii) fazer uma apreciação acerca do método matemático. Além disso, percebemos que a volta da esfera imaginativa à situação imediata pode se dar de maneira abrupta pela interrupção da espiral imaginativa.

Ao final da descrição desses padrões, aproveitamos para reconhecer que esses padrões de gatilho e desfecho não são conceitos isolados em uma bolha teórica, mas são parte de um sistema dinâmico que integra o carácter da questão, o conhecimento dos estudantes, os elementos presentes e ausentes na resolução da questão e a co-orientação mútua entre os participantes. Nesse sentido, buscamos fortalecer empiricamente o posicionamento da imaginação como um processo histórico-cultural e relacional.

Na segunda parte da apresentação de resultados deste trabalho, tivemos como um dos objetivos específicos identificar as fases da resolução de situações-problema de matemática realizadas pelo grupo de participantes. Para isso, foi construído uma representação gráfica que permitiu imagetivamente detalhar as transformações do processo resolutivo ao longo do tempo. Assim, percebemos que o processo de resolução não é linear, mas está em um constante vai-e-vem das fases de resolução. Ademais, a partir dos registros desta pesquisa, foi possível elaborar duas novas fases do processo de resolução de problemas: a Resposta e a Ampliação Interativa. Esta última se deve em razão do caráter interativo do grupo. Já a fase de Resposta foi acrescentada porque notou-se uma dinâmica diferente dos estudantes ao responder à questão para pesquisadora: eles somente selecionavam a parte que achavam pertinente para a resposta dentre os caminhos percorridos.

Por fim, buscou-se analisar microgeneticamente como o processo de imaginar o erro transforma a resolução de situações-problema de matemática ao longo de sua. Para isso, foi ampliada a elaboração da representação gráfica, de maneira a poder retratar simbolicamente em quais momentos durante a resolução de atividades co-emergia o processo imaginativo do erro. Isso possibilitou analisar como o imaginar o erro favorecem as transformações na resolução de atividades, ora diversificando maneiras de compreender o problema, ora trazendo inovações – como cenários para além do que é requerido na questão, ora facilitando a transição para outras fases da resolução e, desta maneira, catalisando o processo da resolução de problemas. Assim, o imaginar o erro é um recurso simbólico potente. Esta proposição se faz essencial para contrapor a ideia do erro como uma constatação pontual ao final da resolução de problemas. Nesse sentido, buscamos observar a atividade de resolução de problemas não como uma aplicação de passos para achar um resultado ou para verificar o conhecimento, mas como uma oportunidade para explorar imaginativamente as possibilidades e limites de hipóteses, métodos, interpretações e resultados.

Em vista das discussões promovidas neste estudo, sugerimos algumas repercussões possíveis. Primeiramente, recomendamos o uso da base teórica-metodológica e analítica da abordagem histórico-relacional da análise microgenética a fim de estudar tanto o desenrolar do processo imaginativo, como também explorar esta perspectiva microgenética nos estudos da Psicologia da Educação Matemática. Referindo-se a integração da análise microgenética histórico-relacional com o processo imaginativo, em especial a partir do Modelo da Espiral Imaginativa, notamos que esse olhar permite descrever a dinâmica imaginativa como um

sistema dinâmico, co-relacional e histórico, possibilitando ver seu desenvolvimento ao longo do tempo. Já em relação com a PEM, a lupa microgenética poderá auxiliar a descrever em minúcias como os processos psicológicos atuam sobre as situações didáticas da matemática, percebendo-as em interação com o contexto sociocultural mais abrangente conforme o processo ocorre.

Outra possível repercussão importante deste trabalho é embasar estudos de intervenção que busquem promover a inserção do processo imaginativo sobre o errar nas práticas didáticas da resolução de atividades matemáticas. Para isso, pesquisadores em conjunto com professores e estudantes podem elaborar situações em que o grupo seja estimulado a usar dos padrões de gatilho para incentivar a exploração imaginativa sobre o errar. Em especial, recomendamos que o professor promova a autonomia dos estudantes nesse processo, para que estes possam não somente aplicar técnicas na resolução de problemas, mas tenham a curiosidade de explorar possibilidades resolutivas e, assim, fomentar sua expertise resolutiva. Um dos caminhos que sugerimos para isso, é a prática de resolução de problemas em pequenos grupos de estudantes, conforme foi realizada na construção de registros desta pesquisa.

Um dos desafios deste trabalho foi a quantidade de registros que foram analisados. Apesar de já ter sido realizado um recorte, reduzindo significativamente a quantidade de horas filmadas, consideramos que três horas de filmagem ainda é demasiado para uma análise microgenética, na qual é investigado fenômenos de maneira minuciosa segundo-por-segundo. Somado a isso, embora a quantidade de seis participantes proporcionou variedade ao grupo, foi difícil acompanhar as trocas simultâneas sendo realizadas tanto no momento da construção dos registros de pesquisa, quanto posteriormente assistindo às filmagens.

Uma das especificidades deste trabalho é o grupo de participantes que o compôs: os estudantes eram pessoas que possuíam afinidade com a matéria da matemática, selecionados a partir de um concurso concorrido, dos quais um dos requisitos era o desempenho em uma prova de matemática. Além disso, o grupo se configurou como um grupo colaborativo (Damon; Phelps, 1989), o que permitiu que os estudantes atuassem acima do seu nível de desenvolvimento atual (Goos; Galbraith; Renshaw, 2002).

Por fim, é importante ressaltar que este trabalho é de natureza inaugural, abordando somente uma pequena parte dos aspectos que podem ser explorados sobre o processo histórico-relacional do imaginar o errar. Por exemplo, futuras pesquisas podem estar atentas ao

movimento transicional de padrões de mediação do imaginar o errar em um mesmo Episódio e entre os Episódios, percebendo os aspectos de estabilidade e mudança ao longo do tempo. Outro caminho que consideramos frutífero é poder explorar o imaginar o errar dentro de sala de aula, a fim de entender quais condições e elementos socioculturais facilitam ou limitam o imaginar. Esperamos que os resultados e reflexões deste estudo contribuam como um passo em direção a pavimentar um ambiente educacional no qual o imaginar o errar não é só aceito, mas estimulado.

REFERÊNCIAS

- ARANA, A. Imagination in mathematics. *In: KIND, A (Ed.) The Routledge handbook of philosophy of imagination* . Routledge, 2016. Capítulo 11, p. 463-477.
- ARTZT, A. F.; ARMOUR-THOMAS, E. Mathematical problem solving in small groups: Exploring the interplay of students' metacognitive behaviors, perceptions, and ability levels. **The Journal of Mathematical Behavior**, v. 16, n. 1, p. 63-74, 1997.
- AZEVEDO, G. V. D. **Construção de significados na transição escolar para o 6º ano do Ensino Fundamental**. Tese de Doutorado (Programa em Pós-Graduação em Psicologia Cognitiva) - Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2017.
- BATISTA, G. D. M. **Imaginando um futuro profissional: o olhar de uma jovem com cegueira congênita**. Tese de Doutorado (Programa em Pós-Graduação em Psicologia Cognitiva) - Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2023.
- BATISTA, G. D. M. **Processos imaginativos de educadora quanto à docência a crianças com a Síndrome Congênita do Vírus Zika**. Dissertação de Mestrado, (Programa em Pós-Graduação em Psicologia Cognitiva) - Universidade Federal de Pernambuco, 2019
- BATISTA, G. M.; LIMA, E. P.; MOUTINHO, K.; GARVEY, A. P. P. Imaginação e Inclusão: Interrogando práticas pedagógicas com crianças com a Síndrome Congênita do Vírus Zika. *In: Bezerra, H. J .S.; Correia, M. F. B. (Org.). A Psicologia Cognitiva vai à Escola*. Ed. 1.Porto Alegre: Editora Fi, 2022, v. 1, p. 01-390.
- BICUDO, M. A V. A lógica da pesquisa qualitativa e os modos de procedimentos nela fundados. **Revista Pesquisa Qualitativa**. São Paulo (SP), v. 9, n. 22, p. 540-552, 2021.
- BIRKS, M.; MILLS, J. **Grounded theory: A practical guide**. London: Sage, 2015
- BRAGA, E. D. S. O. Resolução de problemas no ensino da matemática: algumas considerações. **Em Teia: Revista de Educação Matemática e Tecnológica Iberoamericana**, v. 11, n.1, 2020.
- BRANCO, A.U.; VALSINER, J. Changing methodologies: A co-constructivist study of goal orientations in social interactions. **Psychology and Developing Societies**, v. 9, n; 1, p. 35-64. 1997
- BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros curriculares nacionais: Matemática / Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC / SEF, 1998. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/matematica.pdf>
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Conselho Nacional de Saúde**. Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP). Resolução nº 466, de 2012. Brasília, DF. p.12, 2012.
- BRASIL, Ministério da Saúde: Resolução nº 510 de abril de 2016. **Conselho Nacional de Saúde**. Diário Oficial República Federativa do Brasil, Brasília, DF. 2016
- BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). Notas sobre o Brasil no Pisa 2022. Brasília, DF: Inep, 2023a.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). Relatório de resultados do Saeb 2021: Contexto educacional e resultados em língua portuguesa e matemática para o 5º e 9º anos do Ensino Fundamental e séries finais do Ensino Médio. v. 1. Brasília, DF: Inep, 2023b

BRECKENFELD, T. F. D. M. **Imaginação e atividade: estudos de caso com educadores sociais de casas de acolhimento da cidade do Recife**. Tese de Doutorado (Programa em Pós-Graduação em Psicologia Cognitiva) - Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2023.

BRITO, M. R. F. Psicologia da educação matemática: um ponto de vista. **Educar em Revista**, v. 1, p. 29-45. 2011.

BROLEZZI, A. C. Criatividade, empatia e imaginação em Vigotski: ideias para trabalhar com resolução de problemas em matemática. **Educação Matemática Pesquisa Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática**, v. 17, n. 4, p. 791-815. 2015.

BROWN, B. **A coragem de ser imperfeito**. Nascente, 2016.

CARMO, J. D. S.; CRESCENTI, E. P. Análise de erros em matemática: concepções, padrões e fontes geradoras. In: CARMO, J. D. S.; CRESCENTI, E. P. (orgs.) **Padrões de erro em matemática: Enfoques psicoeducacionais** Jundiaí: Editora Paco Editorial, 2023. Cap. 1, p. 17-36

CARMO, J. S. Produção de erros no ensino e na aprendizagem: Implicações para a interação professor-aluno. In: MIZUKAMI, M. G. N.; REALI, A. M. M. R. (Ed.). **Aprendizagem profissional da docência: saberes, contextos e práticas**. São Carlos: EdUFSCar, 2010. p. 211-227.

CARRAHER, T. N.; CARRAHER, D. W.; SCHLIEMANN, A. D. Na vida dez; na escola zero: os contextos culturais da aprendizagem da matemática. **Cad. Pesqui.**, São Paulo, n. 42, p. 79-86, ago. 1982. Disponível em <http://educa.fcc.org.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-15741982000300007&lng=pt&nrm=iso>.

CHAPMAN, O. Imagination as a tool in mathematics teacher education. **Journal of Mathematics Teacher Education**, v. 11, p. 83-88. 2008.

CHARNAY, R. Aprendendo (com) a resolução de problemas. **Didática da matemática: reflexões psicopedagógicas**. Porto Alegre: Artmed, 1996. p. 30-35.

CHINN, C. A.; SHERIN, B. L. Microgenetic Methods. In R. K. Sawyer (Ed.), **The Cambridge Handbook of the Learning Sciences** p. 171–190. chapter, Cambridge: Cambridge University Press, 2014.

CORNEJO, C. From fantasy to imagination: A cultural history and moral for psychology. In: WAGONER, B.; LUNA, I. B.; AWAD, S. H. (ed.). **The psychology of imagination: history, theory, and new research horizons**. North Carolina: Information Age Publishing, 2017, p. 3- 44.

CORREIA, C. E. F. Os erros no processo ensino/aprendizagem em matemática. **Educação: teoria e prática**, v. 20, n. 34, p. 169-186. 2010

CURILLA, R. A. T.; CARMO, J. S. Padrões de erro em estudantes com ansiedade matemática: o que revelam as pesquisas? *In*: CARMO, J. D. S.; CRESCENTI, E. P. (orgs.) **Padrões de erro em matemática: Enfoques psicoeducacionais** Jundiaí: Editora Paco Editorial, 2023. Cap. 11, p. 197-216

CURY, H. N. **Análise de erros: o que podemos aprender com as respostas dos alunos**. Autêntica Editora, 2019.

DA LUZ, J. L. B. A imaginação e a criatividade na teoria piagetiana do desenvolvimento da inteligência. **Educação e realidade**, v. 19, n. 1, p. 61-70, 1994.

DAMON, W., PHELPS, E. Critical distinctions among three approaches to peer education. **International journal of educational research**, v. 13, n. 1, p. 9-19, 1989.

DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. Introduction: The Discipline and Practice of Qualitative Research. In N. K. Denzin; Y. S. Lincoln (Eds.), **The Sage handbook of qualitative research** (p. 1–32). Sage Publications Ltd, 2005

DWECK, C. S. The role of expectations and attributions in the alleviation of learned helplessness. **Journal of personality and social psychology**, v. 31, n.4, p. 674. 1975.

DWECK, C. S. **Self-theories: Their role in motivation, personality, and development**. Psychology press, 2000.

DWECK, C. S.; REPPUCCI, N. D. Learned helplessness and reinforcement responsibility in children. **Journal of personality and social psychology**, v. 25, n. 1, p. 109. 1973

ENU, J.; DANSO, P. A.; Awortwe, P. K. Effects of Group Size on Students Mathematics Achievement in Small Group Settings. **Journal of Education and Practice**, v. 6, n. 1, p. 119-122, 2015.

FALCÃO, J. T. da R. Psicologia e educação matemática. **Educação em Revista**, [S. l.], v. 18, n. 36, 2023. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/edrevista/article/view/44979>.

FALCÃO, J. T. R Psicologia e educação matemática. **Educação em revista**, v. 18, n. 36, p. 205-221. 2002.

FERNANDES, J. R. **Mulheres diagnosticadas com câncer de mama imaginando seu adoecimento durante a pandemia da COVID-19** Dissertação de Mestrado, (Programa de Pós-Graduação em Psicologia Cognitiva) - Universidade Federal de Pernambuco, 2021.

FERREIRA, L. S.; BEZERRA, H. S. Atuação do psicólogo na construção do projeto político pedagógico. *In*: Henrique Simões Bezerra (Org.). **Psicologia escolar e educacional: reflexões no contexto da educação básica**. Maceió: Edufal, 2015

FINDLEY, J. **Forming Guided Math Groups (Upper Elementary)**. Teaching with Jennifer Findley. 2017. Disponível em: <https://jenniferfindley.com/forming-guided-math-groups-upper-elementary/> Acesso em: 12 de outubro de 2022.

FIORENTINI, D. **Rumos da pesquisa brasileira em educação matemática: o caso da produção científica em cursos de pós-graduação**. Tese de Doutorado. São Paulo: Universidade Estadual de Campinas, 1994

FLEER, M. Affective Imagination in Science Education: Determining the Emotional Nature of Scientific and Technological Learning of Young Children. **Res Sci Educ**, v. 43, p. 2085–2106, 2013. <https://doi.org/10.1007/s11165-012-9344-8>

FOGEL, Alan; GARVEY, Andrea. Dialogical change processes, emotions, and the early emergence of self. **International Journal for Dialogical Science**, Fall 2007, vol. 2, no. 1, p. 51-76.

FOGEL, A.; GARVEY, A.; HSU, H.; WEST-STROMING, D. **Change processes in relationships: A relational-historical research approach**. Cambridge University Press, 2006.

FOLEY, G.; TIMONEN, V. Using grounded theory method to capture and analyze health care experiences. **Health services research**, v. 50, n. 4, 2015.

GARVEY, A. P. Emoções e comunicação como um sistema dinâmico: abordagem histórico-relacional. *In*: MCDP Lyra, AP Garvey, M. Silva; EC Chaves (Orgs.). **Microgênese. Um estudo do processo de mudança**, p. 21-51, 2014.

GARVEY, A. P.; FOGEL, A. Dialogical change processes, emotions, and the early emergence of self. **International Journal for Dialogical Science**, v. 2, n. 1, p. 51-76, 2008

GFELLER, F.; ZITTOUN, T. The Embodied Dimension of Imagination. Expanding the Loop Model. **Integrative Psychological and Behavioral Science**, p. 1-16, 2020.

GOÊS, M. C. R. A abordagem microgenética na matriz histórico-cultural: uma perspectiva para o estudo da constituição da subjetividade. **Cadernos CEDES**, v. 20, n. 50, p. 9–25, abr. 2000.

GONZÁLEZ REY, F. L. Lo cualitativo y lo cuantitativo en la investigación de la psicología social. **Revista cubana de Psicología**, v. 17, n. 1, 2000.

GONZÁLEZ REY, F. L. Ideias e modelos teóricos na Pesquisa Construtivo-Interpretativa. *In*: MITJÁNS MARTÍNEZ, A.; NEUBERN, M.; MORI, V. D. **Subjetividade Contemporânea: discussões epistemológicas e Metodológicas**. Campinas/SP: Alínea, 2014

GOOS, M.; GALBRAINTH, P.; RENSHAW, P. Socially mediated metacognition: Creating collaborative zones of proximal development in small group problem solving. **Educational studies in Mathematics**, v. 49, p. 193-223, 2002.

GOULART, D. M.; TORRES, J. F. P. Qualitative epistemology and constructive-interpretative methodology: contributions for research in social sciences and humanities. **Theory of Subjectivity from a Cultural-Historical Standpoint: González Rey's Legacy**, p. 75-87, 2021

GRANOTT, N.; FISCHER, K. W.; PARZIALE, J. Bridging to the unknown: A transition mechanism in learning and development. *In*: N. GRANOTT; J. PARZIALE (Eds.), **Microdevelopment: Transition processes in development and learning** p. 131–156., 2002 Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511489709.006>

GRANOTT, N.; PARZIALE, J. Microdevelopment: a process-oriented perspective for studying development and learning. *In*: N. GRANOTT; J. PARZIALE (Eds.), **Microdevelopment: Transition processes in development and learning** Capítulo 1, p. 1–30). Cambridge University Press, 2002

GRIS, G.; PALOMBARINI, L. DOS S.; CARMO, J. DOS S.. Uma Revisão Sistemática de Variáveis Relevantes na Produção de Erros em Matemática. **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, v. 33, n. 64, p. 649–671, maio 2019.

HAWLINA, H.; PEDERSEN, O. C.; ZITTOUN, T. Imagination and social movements. **Current Opinion in Psychology**, v. 35, p. 31-35, 2020.

HEINZE, A., UFER, S., RACH, S.; REISS, K. The student perspective on dealing with errors in mathematics class. **Learning from errors at school and at work**, p. 65-79, 2012

HILPPÖ, J.; RAJALA, A., ZITTOUN, T., KUMPULAINEN, K.; LIPPONEN, L. Interactive dynamics of imagination in a science classroom. **Frontline Learning Research**, p. 20-29, 2016.

IMAGINAÇÃO. In: Dicionário Online Michaelis. Editora Melhoramentos Ltda. 2015. Disponível em: <https://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/imagina%C3%A7%C3%A3o/>

KLUGE, S. Empirically Grounded Construction of Types and Typologies in Qualitative Social Research. **Qualitative Social Research**, v. 1, n. 1, Art. 14, 2000. <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0114-fqs0001145>.

KOTSOPOULOS, D., CORDY, M. Investigating imagination as a cognitive space for learning mathematics. **Educational Studies in Mathematics** Springer Nature, v.70, n. 3, p. 259–274. Abril, 2009. <https://doi.org/10.1007/s10649-008-9154-0>

KUSMARYONO, I.; MAHARANI, H. R. Imagination And Creative Thinking Skills Of Elementary School Students In Learning Mathematics: A Reflection Of Realistic Mathematics Education. **ELEMENTARY: Islamic Teacher Journal**, v. 9, n. 2, 287, 2021.

LAUTERT, S. L.; GOMES, C. R. A ; SANTOS, E. M. . Habilidades socioemocionais e a matemática escolar: tecendo reflexões a partir da Psicologia da Educação Matemática.. In: M. RICARTE; M. BUENO. (Org.). **Habilidades socioemocionais. Abordagens e contextos**. 1ed. São Paulo: Hogrefe, 2022, v. 1, p. 252-269.

LAUTERT, S. L.; SANTOS, E.M.; MAGINA, S. M. P. Psicologia da Educação Matemática: a constituição de um campo a partir da ANPEPP. In: SANTOS, E.M.; LAUTERT, S.L. (Orgs.). **Diálogos sobre o ensino, aprendizagem e a formação de professores: contribuições da Psicologia da Educação Matemática**. 1ed.Rio de Janeiro: Editora Autografia, 2016, p. 11-33.

LAVELLI, M., PANTOJA, A. P., HSU, H. C., MESSINGER, D.; FOGEL, A. Using microgenetic designs to study change processes. In: Teti, D. (Ed.) **Handbook of research methods in developmental science**, pp. 40-65. Oxford, Reino Unido: Blackwell, 2005.

LEMINSKI, P. **La vie em close**. São Paulo: Brasiliense, 1991.

LUCKESI, C. C. **Prática escolar: do erro como fonte de castigo ao erro como fonte de virtude**. São Paulo, 1990

MACEDO, Lino de. **Para uma visão construtivista do erro no contexto escolar. Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas**. Propostas Curriculares de Psicologia e

Psicologia da Educação para Os Cursos da Habilitação Específica para o Magistério. São Paulo: Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo, 1990.

MADUREIRA, A. F. A.; BRANCO, A. U. A pesquisa qualitativa em psicologia do desenvolvimento: questões epistemológicas e implicações metodológicas. **Temas em psicologia**, v. 9, n. 1, p. 63-75, 2001

MASSIMI, M. Imágenes e imaginación en las tradiciones filosóficas transmitidas en el Brasil colonial. **Arquivos brasileiros de psicologia**, v. 63, n. 3, p. 117-129, 2011.

MEIRINHOS, M.; OSÓRIO, A. O estudo de caso como estratégia de investigação em educação. **EduSer**, v. 2, n. 2, 2010.

MELO, T. F. D. **Processos imaginativos de estagiária sobre a experiência de intervenção em Psicologia Clínica**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco. Atena Repositório Digital da UFPE, 2018 Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/34435>

METCALFE, J. Learning from Errors. **Annual Review of Psychology**, v. 68, n. 1, p. 465–489, 2017 <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-010416-044022>

MILLER, M.; NUNN, G. D. (2001). Using group discussions to improve social problem-solving and learning. **Education**, v. 121, n. 3, 2001.

MORENO, B. R. O ensino do número e do sistema de numeração na educação infantil e na 1ª série. In: PANIZZA, M. (Org.). **Ensinar matemática na educação infantil e nas séries iniciais: análise e propostas**. Porto Alegre: Artmed, 2006, p. 43-76.

MORO, M. L. F. Psicologia da educação matemática: por quê? Para quê. **Encontro Paranaense de Educação Matemática**, v. 12, 2002.

MOUTINHO, K.; BRECKENFELD, T. F. M.; LAURENDON, C. E. M. Imagining and Remembering in an Educational Context: An Exploratory Study. In: Lyra, M.C., Wagoner, B., Barreiro, A. (Eds) **Imagining the Past, Constructing the Future**. Springer, 2020 https://doi.org/10.1007/978-3-030-64175-7_3

NOGARO, A.; GRANELLA, E. O erro no processo de ensino e aprendizagem. **Revista de Ciências Humanas**, v. 5, n. 5, p. 31-56, 2004.

NURCAHYONO, N. A., SURYADI, D.; PRABAWANTO, S. Analysis of students' mathematical imagination ability in solving problems. In **Journal of Physics: Conference Series**, v. 1179, n. 1, p. 012044, 2019. IOP Publishing.

ONUCHIC, L. D. L. R.; ALLEVATO, N. S. G. Pesquisa em Resolução de Problemas: caminhos, avanços e novas perspectivas. **Bolema-Mathematics Education Bulletin**, p. 73-98, 2011.

OSER, F.; SPYCHIGER, M. **Lernen ist schmerzhaft. Zur theorie des negativen wissens und zur praxis der fehlerkultur**. Weinheim, Germany: Beltz, 2005.

OXFORD ENGLISH DICTIONARY, s.v. “imagination (n.),” July 2023, <https://doi.org/10.1093/OED/1018235428>.

PAIXÃO, G. A. M. **A imaginação e seu lugar no currículo, nas narrativas e na prática docente**. Tese de Doutorado (Processos de Desenvolvimento Humano e Saúde) — Universidade de Brasília, Brasília, 2020.

PELAPRAT, E.; COLE, M. "Minding the gap": imagination, creativity and human cognition. **Integrative psychological & behavioral science**, v. 45, n. 4, p. 397–418, 2011. <https://doi.org/10.1007/s12124-011-9176-5>

PERN, T. Imagination in Vico and Hobbes: From affective sensemaking to culture. **Culture & Psychology**, v. 21, n. 2, p. 162-184, 2015.

PINTO, Neuza Bertoni. **O erro como estratégia didática no ensino da matemática elementar**. 1998. Tese de Doutorado (Didática) - Faculdade de Educação, University of São Paulo, São Paulo, 1998. doi:10.11606/T.48.1998.tde-12022015-151819.

POLYA, G. **A arte de resolver problemas**. Rio de Janeiro: Interciência, v. 2. 1995.

QUEIROZ, S. S; DIAS, L. P.; CHAGAS, J. D.; NEPOMOCENO, P. S. Erros e equilíbrio em psicologia genética. **Psicologia Escolar e Educacional**, v. 15, n. 2, p. 263–271, dez. 2011.

RACH, S., UFER, S.; HEINZE, A. Learning from Errors: Effects of Teachers Training on Students' Attitudes towards and Their Individual Use of Errors. **PNA** v. 8, n.1, p. 21-30, 2013.

RADATZ, H. Students' errors in the mathematical learning process: a survey. **For the learning of Mathematics**, v. 1, n. 1, p. 16-20, 1980

SAIBER, A.; TURNER, H. S. Mathematics and the Imagination: a brief introduction. **Configurations**, v. 17, n. 1, p. 1-18. Lafayette, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1353/con.0.0072>

SALSA, I. S. A importância do erro do aluno em processos de ensino e de aprendizagem. **Rematec** v. 12, n. 26, p. 86-99, 2017.

SANDIA, L. Las perspectivas nomotética e ideográfica en el trato a la realidad estudiada por las ciencias sociales. **Orientación y consulta**, v. 9, n. 1, p. 41-52, 2002.

SANTOS, J. R ; BURIASCO, R. L. C. de. Da ideia de Erro para as maneiras de Lidar: caracterizando nossos alunos pelo que eles têm e não pelo que lhes falta. *In*: Regina Luzia Corio de Buriasco. (Org.). **Avaliação e Educação Matemática**. Recife: SBEM, 2008, v. 4, p. 87-108.

SCHOENFELD, A. H. Pólya, problem solving, and education. **Mathematics magazine**, v. 60, n. 5, p. 283-291, 1987.

SCHOENFELD, A. H. Explorations of Students' Mathematical Beliefs and Behavior. **Journal for Research in Mathematics Education JRME**, v. 20, n. 4, p. 338-355, 1989. <https://doi.org/10.5951/jresmetheduc.20.4.0338>

SIBILA, M. C. **O erro e a avaliação da aprendizagem: concepções de professores**. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual de Londrina, 2012. Repositório Institucional da UEL. <http://www.bibliotecadigital.uel.br/document/?code=vtls000180683>

SIEGLER, R. S.; CROWLEY, K. The microgenetic method: A direct means for studying cognitive development. **American psychologist**, v. 46, n. 6, p. 606, 1991.

SIEGLER, R. S. Microgenetic studies of self-explanation. In: GRANOTT, N.; PARZIALE, J. (Eds.) **Microdevelopment: Transition processes in development and learning**. Cap. 1, p. 31-58. 2002

SILVA, M. Analisando o “aqui e agora” do processo de mudança: O presente como possibilidade de reorganização do passado e de orientações para o futuro. In M.C.D.P. LYRA, A.P. GARVEY, M. SILVA; E.C. CHAVES (Eds.) **Microgênese: estudo do processo de mudança** (pp. 355-379). Recife, Brasil: Editora UFPE, 2014.

SILVA, J. R. T. D., LYRA, M. C.; WAGONER, B. The Microgenetic Analysis of Remembering and Imagining in the Process of Learning Scientific Concepts. **Imagining the Past, Constructing the Future**, p. 47-69, 2020.

SILVA, J. A.; MELO, N. P. T. B.; SPINILLO, A. G.; NASCIMENTO, J. B. Uma análise dos erros das crianças ao formularem problemas de multiplicação e divisão. **Revista de História da Educação Matemática**, [S. l.], v. 9, p. 1-23, 2023. Disponível em: <https://histemat.com.br/index.php/HISTEMAT/article/view/574>.

SPINILLO, A. G., LAUTERT, S. L., BORBA, R. E. DE S. R., SANTOS, E. M.; SILVA, J. F. G. Formulação de Problemas Matemáticos de Estrutura Multiplicativa por Professores do Ensino Fundamental*. **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, v. 31, n. 59, p. 928-946, dez. 2017

SPINILLO, A. G., PACHECO, A. B., GOMES, J. F.; CAVALCANTI, L. O erro no processo de ensino-aprendizagem da matemática: Errar é preciso? **Boletim GEPEM**, v. 64, 2014 <https://doi.org/10.4322/gepem.2015.005>

STEFANICH, G. P.; ROKUSEK, T. An analysis of computational errors in the use of division algorithms by fourth-grade students. **School Science and Mathematics**, v. 92, n. 4, 201. 1992.

STEUER, G., ROSENTRITT-BRUNN, G.; DRESEL, M. Dealing with errors in mathematics classrooms: Structure and relevance of perceived error climate. **Contemporary Educational Psychology**, v. 38, n. 3, p. 196-210, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2013.03.002>

TANUS, V. L. F. A.; DARSIE, M. M. P. O erro como forma provisória do saber: um tratamento diferenciado no processo ensino-aprendizagem da matemática. **Revista de Educação Pública**, [S. l.], v. 21, n. 45, p. 169-189, 2012. DOI: 10.29286/rep.v21i45.338. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/educacaopublica/article/view/338>. Acesso em: 4 jul. 2024.

TODD, Z., NERLICH, B., MCKEOWN, S.; MCKEOWN, D. Introduction In: TODD, Z., NERLICH, B., MCKEOWN, S.; MCKEOWN, D.; CLARKE, D. D. **Mixing methods in psychology. The integration of qualitative and quantitative methods in theory and practice**, 2004, cap. 1, p. 2-15.

TODOS PELA EDUCAÇÃO. **Anuário Brasileiro da Educação Básica: 2012** Editora Moderna Ltda., São Paulo, 2012

_____. **Anuário Brasileiro da Educação Básica: 2013** Editora Moderna Ltda., São Paulo, 2013

_____. **Anuário Brasileiro da Educação Básica: 2014** Editora Moderna Ltda., São Paulo, 2014

_____. **Anuário Brasileiro da Educação Básica: 2015** Editora Moderna Ltda., São Paulo, 2015

_____. **Anuário Brasileiro da Educação Básica: 2016** Editora Moderna Ltda., São Paulo, 2016

_____. **Anuário Brasileiro da Educação Básica: 2017** Editora Moderna Ltda., São Paulo, 2017

_____. **Anuário Brasileiro da Educação Básica: 2018** Editora Moderna Ltda., São Paulo, 2018

_____. **Anuário Brasileiro da Educação Básica: 2019** Editora Moderna Ltda., São Paulo, 2019

_____. **Anuário Brasileiro da Educação Básica: 2020** Editora Moderna Ltda., São Paulo, 2020

_____. **Anuário Brasileiro da Educação Básica: 2021** Editora Moderna Ltda., São Paulo, 2021

VALSINER, J. From Clay Feet to New Psychology: Starting the Move. **Integr. psych. behav.** 54, p. 515–520, 2020. <https://doi.org/10.1007/s12124-020-09564-x>

VALSINER, J. **Fundamentos de uma psicologia cultural: mundo da mente, mundos da vida.** Porto Alegre: Artmed, 2012.

VAN DER STUYF, R. R. Scaffolding as a teaching strategy. **Adolescent learning and development**, v. 52, n. 3, p. 5-18, 2002.

VASCONCELOS, A. S. “A COVID tá bem, a gente é que não tá” : intensivistas da linha de frente em um hospital de referência para COVID-19 na cidade do Recife revisitando o passado e antecipando o futuro. Dissertação de Mestrado (Programa em Pós-Graduação em Psicologia Cognitiva) - Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2023.

VAZ, R. F. N. Por que errar ainda é tão errado? Algumas reflexões sobre o papel do erro no ensino e na avaliação de matemática. **Revemop**, v. 4, p. e202215, 16 maio 2022. <https://doi.org/10.33532/revemop.e202215>

VENTURA, M. M. O estudo de caso como modalidade de pesquisa. **Revista SoCERJ**, v. 20, n. 5, p. 383-386, 2007

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente.** (4a ed., J. C. Neto, L. S. M. Barreto, S. C. Afeche, Trans.) Livraria Martins Fontes, 1991

VYGOTSKY, L. S. The problem of environment. *In*: R. VAN DER VEER; J. VALSINER (Eds.), **The Vygotsky reader.** Cambridge: Blackwell. 1994

VYGOTSKY, L. S. **Imaginação e criatividade na infância**. (J. P. Fróis, Trad.). Ed. WMF Martins Fontes Lds. 2014

WERTSCH, J. V. **Vygotsky y la formación Social de la Mente**. (J. Zanón, M. Cortés, Trad.) Barcelona Editorial, 1998.

WINTHER-LINDQVIST, D. A. Hope as fantasy: An existential phenomenology of hoping in light of parental illness. **The psychology of imagination: History, theory and new research horizons**, 3, p. 151-173, 2017.

ZANELLA, A. V.; REIS, A. C. D.; TITON, A. P.; URNAU, L. C.; DASSOLER, T. R. Questões de método em textos de Vygotski: contribuições à pesquisa em psicologia. **Psicologia & Sociedade**, v. 19, p. 25-33, 2007.

ZITTOUN, T. Imagination in people and societies on the move: A sociocultural psychology perspective. **Culture & Psychology**, v. 26, n. 4, p. 654-675, 2020.

ZITTOUN, T. Symbolic resources and imagination in the dynamics of life. In ROSA, A.; VALSINER, J. (Eds.). **The Cambridge handbook of sociocultural psychology**. Cambridge University Press, 2018, p. 178–204.

ZITTOUN, T. Symbolic resources and sense-making in learning and instruction. **European Journal of Psychology of Education**, v. 32, n. 1, p. 1-20, 2017.

ZITTOUN, T. Studying higher mental functions: The example of imagination. In: VALSINER, J.; MARSICO, G.; CHAUDHARY, N.; SATO, T.; DAZZANI, V. (Eds). **Psychology as the Science of Human Being: The Yokohama manifesto**. Springer, 2016, p. 129-147.

ZITTOUN, T.; GILLESPIE, A. Imagination: Creating alternatives in everyday life. In **The Palgrave handbook of creativity and culture research** p. 225-242. Palgrave Macmillan, London, 2016.

ZITTOUN, T.; GLAVEANU, V.; HAWLINA, H. A Sociocultural Perspective on Imagination. In A. Abraham (Ed.) **The Cambridge Handbook of the Imagination**, p. 143-160. TJ International Ltd, 2020. DOI: 10.1017/9781108580298

ZITTOUN, T.; BAUCAL, A. The relevance of a sociocultural perspective for understanding learning and development in older age. **Learning, Culture and Social Interaction**, v. 28, p. 1-8, 2021.

ZITTOUN, T.; CERCHIA, F. Imagination as expansion of experience. **Integrative Psychological and Behavioral Science**, v. 47, n. 3, p. 305-324, 2013. <https://doi.org/10.1007/s12124-013-9234-2>

ZITTOUN, T.; GILLESPIE, A. Imagining the collective future: A sociocultural perspective. In: DE SAINT-LAURENT, C.; OBRADOVIĆ, S.; CARRIERE, K. R. (Ed.). **Imagining collective futures: Perspectives from social, cultural and political psychology**. Springer, 2018. p. 15-37.

APÊNDICE A – ROTEIRO DE ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA

Roteiro de Apresentação

Quando: Realizada no primeiro encontro entre pesquisadora e grupo de estudantes

Objetivos: Conhecer os participantes e estabelecer vínculo

- Olá! Meu nome é Angélica Brasileiro, sou estudante da Universidade Federal de Pernambuco. E vocês? Como vocês se chamam? Quantos anos vocês têm?
- Eu sei que vocês acabaram de passar no concurso para entrar nesse colégio, parabéns! Vocês sempre quiseram estudar aqui? Foi fácil ou difícil a prova para entrar? O que vocês estão achando do colégio?
- Os professores de vocês passam muita ou pouca tarefa? Vocês acham as tarefas difíceis, fáceis ou na medida certa? E o que para vocês faz uma tarefa ser difícil? E fácil? Podem me explicar?
- O que vocês acham da professora de matemática de vocês? Como são as aulas?
- Então, como eu havia falado para vocês, eu sou estudante da Universidade Federal de Pernambuco, e minha professora também me passa dever de casa. Ela me pediu para poder vir conversar com vocês, fazer uns exercícios de matemática e perguntar o que vocês acham dos exercícios. Vocês poderiam me ajudar?
- O exercício tem a ver com matemática, o que vocês acham de matemática?

Roteiro de Instruções

Quando: Após apresentação e estabelecimento de *rapport*, no caso da Oficina 1 e ao iniciar Oficina 2 e 3.

Objetivos: Instruir sobre a realização da atividade em grupo.

- Então, o que vamos fazer é o seguinte, no nosso encontro hoje eu vou passar um probleminha que a professora de matemática de vocês criou e me mandou e vou dar papéis e canetas para que vocês possam resolver. Tudo bem?
- Eu gostaria que vocês resolvessem esse problema juntos, todos participando. Vocês terão 20 minutos, vocês acham que é possível?
- Algum de vocês gostaria de ler a questão? Vocês têm alguma dúvida sobre a questão?
- Se vocês utilizarem o papel e acharem que o cálculo de vocês está errado, vocês não podem rabiscar, é só passar um X e continuar fazendo o cálculo em outra parte do papel. Vocês têm alguma dúvida?

Roteiro de Mediação

Quando: Durante a realização da situação-problema de matemática

Objetivo: Estimular a troca interacional entre os estudantes e compreender como estão imaginando a resolução de problemas.

A pesquisadora principal, que estará conduzindo a Oficina, poderá fazer perguntas sobre a dinâmica relacional e sobre a resolução da atividade. Nesse sentido, as perguntas dependerão do desenrolar da própria atividade em conjunto. Exemplo de perguntas são:

- Eu percebi que vocês mudaram a resolução desse problema, o que aconteceu? O que vocês acham do outro caminho?
- Por que vocês estão utilizando esse método?
- O que vocês acham da solução de vocês? Todo mundo concorda?
- Percebi que vocês estão propondo métodos diferentes para resolver esta questão, o que vocês acham de cada um desses métodos?

APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PSICOLOGIA COGNITIVA

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO
(Para maiores de 18 anos ou emancipados)

Prezado(a) Senhor(a),

Convidamos o(a) Sr.(a) para participar como voluntário(a) da pesquisa “Errei, e agora? Um olhar microgenético para a vivência do erro em atividades escolares de matemática através da imaginação”, que está sob a responsabilidade da pesquisadora Maria Angélica Bandeira Brasileiro, em endereço Avenida Ayrton Senna da Silva, 900, apto 202, CEP 54.410-240, e telefone para contato (81) 9 8909.9941 e 9090 (81) 9 8909.9941, em casa de ligações a cobrar, e e-mail angelica.bandeira@ufpe.br

Também participam desta pesquisa, as pesquisadoras e orientadoras: Dra. Ana Karina Moutinho Lima, telefone para contato (81) 9 9763-0802 e Dra. Andréa Paula Pantoja Garvey, telefone para contato +1 (916) 425 3952.

Todas as suas dúvidas podem ser esclarecidas com o responsável por esta pesquisa. Apenas quando todos os esclarecimentos forem dados e você concorde com a realização do estudo, pedimos que rubrique as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma via lhe será entregue e a outra ficará com o pesquisador responsável.

Esclarecemos que, conforme a resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde, a sua participação neste estudo é voluntária e, portanto, o(a) senhor(a) não é obrigado(a) a consentir com as atividades solicitadas e pode decidir não consentir com o estudo ou resolver, a qualquer momento, desistir do mesmo, sem que isso acarrete penalização ou prejuízo de qualquer natureza.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

DESCRIÇÃO DA PESQUISA: O objetivo primário deste estudo é analisar como um grupo de estudantes do 6º ano do ensino fundamental vivencia o erro em atividade escolar de matemática, seja esse erro factual ou imaginado. Para tanto, o(a) senhor(a), docente de matemática deste ano escolar, é convidado(a) a fim de auxiliar na contextualização da situação. Dessa maneira, buscar-se-á entender como os estudantes lidam com o erro em atividades

matemáticas (quais estratégias utilizam quando erram - ou imaginam que erram - e como se sentem frente ao erro, por exemplo).

Os dados analisados nesta pesquisa serão construídos em conjunto a(o) participante por meio de uma entrevista semiestruturada individual e videogravada acerca de sua formação profissional, prática docente e ensino da matemática no 6º ano do ensino fundamental. Além disso, o(a) senhor(a) será convidado(a) para elaborar 3 situações-problemas de matemática de níveis de dificuldade variados e esclarecer possíveis dúvidas sobre a dinâmica do colégio. A construção de dados poderá ser feita tanto presencialmente no colégio, como em plataforma virtual por meio de videochamada, a depender da vossa preferência, em sessão única, em dia e horário a ser combinado.

RISCOS: Apontam-se como possíveis riscos a desmotivação do participante, algum constrangimento e desconforto ao responder as perguntas a ele(a) endereçadas e ao realizar as atividades propostas. Entretanto, esses riscos poderão ser rapidamente minimizados assegurando a todo participante o anonimato, o caráter voluntário da sua participação, bem como a liberdade de recusa a qualquer momento sem que sofra qualquer penalização. Além disso, a pesquisadora principal, enquanto psicóloga inscrita no CRP 02/25204, poderá fazer algum atendimento emergencial, caso algum participante apresentar algum desajustamento psicológico-emocional durante a realização de alguma etapa da pesquisa e dar os devidos encaminhamentos e orientações.

BENEFÍCIOS: Ao refletir sobre sua experiência com o erro com atividades matemáticas, a partir das perguntas disparadoras da entrevista, o(a) participante poderá reavaliar suas concepções e atitudes, proporcionando melhoras na execução dessas atividades. Pensando no contexto de sala de aula, a conscientização sobre como os estudantes lidam com o erro pode permitir implementar metodologias nas aulas a fim de proporcionar um melhor entendimento sobre os assuntos de matemática e uma melhor vivência na ocorrência de erros.

Todas as informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa por meio de gravações e entrevistas ficarão armazenados em computador pessoal da pesquisadora, protegido por senha, sob a responsabilidade da mesma,

no endereço Av. Ayrton Senna da Silva, 900, CEP 54.410-240, pelo período de mínimo 5 anos após o término da pesquisa.

Nada lhe será pago e nem será cobrado para participar desta pesquisa, pois a aceitação é voluntária, mas fica também garantida a indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extra-judicial. Se houver necessidade, as despesas para a sua participação serão assumidas pelos pesquisadores (ressarcimento de transporte e alimentação).

Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, o (a) senhor (a) poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da UFPE no endereço: (Avenida da Engenharia s/n – 1º Andar, sala 4 - Cidade Universitária, Recife-PE, CEP: 50740-600, Tel.: (81) 2126.8588 – e-mail: cephumanos.ufpe@ufpe.br).

(assinatura do pesquisador)

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO VOLUNTÁRIO (A)

Eu, _____, CPF _____, abaixo assinado, após a leitura deste documento e de ter tido a oportunidade de conversar e ter esclarecido as minhas dúvidas com o pesquisador responsável, concordo em participar do estudo “Errei, e agora? Um olhar microgenético para a vivência do erro em atividades escolares de matemática através da imaginação” como voluntário (a). Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pelo(a) pesquisador (a) sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade.

Local e data _____

Assinatura do participante: _____

Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e o aceite do voluntário em participar. (02 testemunhas não ligadas à equipe de pesquisadores):

Nome:	Nome:
Assinatura:	Assinatura:

APÊNDICE C - TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PSICOLOGIA COGNITIVA****TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Convidamos você, _____, após autorização dos seus pais ou dos responsáveis legais para participar como voluntário (a) da pesquisa: “Errei, e agora? Um olhar microgenético para a vivência do erro em atividades escolares de matemática através da imaginação”, que está sob a responsabilidade da pesquisadora Maria Angélica Bandeira em endereço Avenida Ayrton Senna da Silva, 900, apto 202, CEP 54.410-240, e telefone para contato (81) 9 8909.9941 e 9090 (81) 9 8909.9941, em casa de ligações a cobrar, e e-mail angelica.bandeira@ufpe.br.

Também participam desta pesquisa, as pesquisadoras e orientadoras: Dra. Ana Karina Moutinho Lima, telefone para contato (81) 9 9763-0802 e Dra. Andréa Paula Pantoja Garvey, telefone para contato +1 (916) 425 3952.

Você será esclarecido (a) sobre qualquer dúvida com o responsável por esta pesquisa. Apenas quando todos os esclarecimentos forem dados e você concorde com a realização do estudo, pedimos que rubrique as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma via deste termo lhe será entregue para que seus pais ou responsável possam guardá-la e a outra ficará com o pesquisador responsável.

Você estará livre para decidir participar ou recusar-se. Caso não aceite participar, não haverá nenhum problema, desistir é um direito seu. Para participar deste estudo, um responsável por você deverá autorizar e assinar um Termo de Consentimento, podendo retirar esse consentimento ou interromper a sua participação em qualquer fase da pesquisa, sem nenhum prejuízo.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

DESCRIÇÃO DA PESQUISA: O objetivo principal deste estudo é analisar como um grupo de estudantes do 6º ano do ensino fundamental vivencia o erro em atividade escolar de matemática, seja esse erro factual ou imaginado. Dessa maneira, irá buscar entender como os estudantes lidam com o erro em atividades matemáticas (quais estratégias utilizam quando erram - ou imaginam que erram - e como se sentem frente ao erro, por exemplo).

Os dados analisados nesta pesquisa serão construídos em conjunto com os participantes por meio de oficinas em grupo, uma entrevista individual e a elaboração de uma produção artística. A construção de dados se dará em encontros presenciais no colégio, em dias e horários a ser combinados, e que não comprometam a rotina escolar.

Nas oficinas de grupo (de 4 a 6 estudantes) serão realizadas atividades matemáticas condizentes com o ano escolar que estão e serão realizadas perguntas sobre tal atividade. Ao total, planeja-se 3 encontros em formato de oficina, a ser realizados em datas diferentes, de duração máxima de 1 hora cada. Além disso, ao final da última oficina, será entregue uma caixa com materiais escolares para cada estudante do grupo, com o objetivo que cada um possa elaborar de uma produção artística de estilo livre em seus próprios lares. Por fim, haverá um último encontro presencial e individual com a pesquisadora, com horário e data a ser combinados, para a realização de uma entrevista sobre a produção artística elaborada.

RISCOS: Apontam-se como possíveis riscos a desmotivação do participante, algum constrangimento e desconforto ao responder as perguntas a ele endereçadas e ao realizar as atividades propostas. Entretanto, esses riscos poderão ser rapidamente minimizados assegurando a todo participante o anonimato, o caráter voluntário da sua participação, bem como a liberdade de recusa a qualquer momento sem que sofra qualquer penalização. Além disso, a pesquisadora principal, enquanto psicóloga inscrita no CRP 02/25204, poderá fazer algum atendimento emergencial, caso algum participante apresentar algum desajustamento psicológico-emocional durante a realização de alguma etapa da pesquisa e dar os devidos encaminhamentos e orientações.

BENEFÍCIOS: Ao refletir sobre sua experiência com o erro com atividades matemáticas, a partir das perguntas disparadoras das entrevistas, o participante poderá reavaliar suas concepções e atitudes frente ao erro, proporcionando melhoras na execução dessas atividades e um melhor manejo do erro em atividade de matemática. Pensando no contexto de sala de aula, a conscientização sobre como os estudantes lidam com o erro pode permitir implementar metodologias nas aulas a fim de proporcionar um melhor entendimento sobre os assuntos de matemática.

Esclarecemos que os participantes dessa pesquisa têm plena liberdade de se recusar a participar do estudo e que esta decisão não acarretará penalização por parte dos pesquisadores. Todas as informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os

responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa por meio de gravações e entrevistas ficarão armazenados em computador pessoal da pesquisadora, protegido por senha, sob a responsabilidade da mesma, no endereço Av. Ayrton Senna da Silva, 900, CEP 54.410-240, pelo período de mínimo 5 anos após o término da pesquisa.

Nem você e nem seus pais pagarão nada para você participar desta pesquisa, também não receberão nenhum pagamento para a sua participação, pois é voluntária. Se houver necessidade, as despesas (deslocamento e alimentação) para a sua participação e de seus pais serão assumidas ou ressarcidas pelos pesquisadores. Fica também garantida indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da sua participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extra-judicial.

Este documento passou pela aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da UFPE que está no endereço: (**Avenida da Engenharia s/n – 1º Andar, sala 4 - Cidade Universitária, Recife-PE, CEP: 50740-600, Tel.: (81) 2126.8588 – e-mail: cephumanos.ufpe@ufpe.br**).

Assinatura do pesquisador (a)

**ASSENTIMENTO DO(DA) MENOR DE IDADE EM PARTICIPAR COMO
VOLUNTÁRIO(A)**

Eu, _____, portador (a) do documento de Identidade _____, abaixo assinado, concordo em participar do “Errei, e agora? Um olhar microgenético para a vivência do erro em atividades escolares de matemática através da imaginação”, como voluntário (a). Fui informado (a) e esclarecido (a) pela pesquisadora sobre a pesquisa, o que vai ser feito, assim como os possíveis riscos e benefícios que podem acontecer com a minha participação. Foi-me garantido que posso desistir de participar a qualquer momento, sem que eu ou meus pais precise pagar nada.

Local e data: _____

Assinatura do(a) menor: _____

Presenciamos a solicitação de assentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e aceite do/a voluntário/a em participar. 02 testemunhas (não ligadas à equipe de pesquisadores):

Nome:	Nome:
-------	-------

Assinatura:

Assinatura:

**APÊNDICE D - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA
RESPONSÁVEIS LEGAIS DE MENORES DE 18 ANOS
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PSICOLOGIA COGNITIVA**

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(Para responsável legal pelo menor de 18 anos)

Prezado(a) Senhor(a),

Solicitamos a sua autorização para convidar o(a) seu/sua filho(a) _____ para participar, como voluntário (a), da pesquisa “Errei, e agora? Um olhar microgenético para a vivência do erro em atividades escolares de matemática através da imaginação”. Esta pesquisa é da responsabilidade da pesquisadora Maria Angélica Bandeira Brasileiro (dados para contato ao fim deste termo), sob orientação da Dra. Ana Karina Moutinho Lima e da Dra. Andréa Paula Pantoja Garvey.

O/a Senhor/a será esclarecido (a) sobre qualquer dúvida a respeito da participação dele/a na pesquisa. Apenas quando todos os esclarecimentos forem dados e o/a Senhor/a concordar que o (a) menor faça parte do estudo, pedimos que rubriche as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma via deste termo de consentimento lhe será entregue e a outra ficará com o pesquisador responsável. O/a Senhor/a estará livre para decidir que ele/a participe ou não desta pesquisa. Caso não aceite que ele/a participe, não haverá nenhum problema, pois desistir que seu filho/a participe é um direito seu. Caso não concorde, não haverá penalização para ele/a, bem como será possível retirar o consentimento em qualquer fase da pesquisa, também sem nenhuma penalidade.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

DESCRIÇÃO DA PESQUISA: O objetivo principal deste estudo é analisar como um grupo de estudantes do 6º ano do ensino fundamental vivencia o erro em atividade escolar de matemática, seja esse erro factual ou imaginado. Dessa maneira, buscar-se-á entender como os estudantes lidam com o erro em atividades matemáticas (quais estratégias utilizam quando erram - ou imaginam que erram - e como se sentem frente ao erro, por exemplo) e, assim, estruturar novas estratégias para o ensino de matemática.

Os dados analisados nesta pesquisa serão construídos em conjunto com os participantes por meio de oficinas em grupo, uma entrevista individual e a elaboração de uma produção artística. A construção de dados se dará em encontros presenciais no colégio, em dias e horários a ser combinados, e que não comprometam a rotina escolar.

Nas oficinas de grupo (de 4 a 6 estudantes) serão realizadas atividades matemáticas condizentes com o ano escolar que estão e serão realizadas perguntas sobre tal atividade. Ao total, planeja-se 3 encontros em formato de oficina, a ser realizados em datas diferentes, de duração máxima de 1 hora cada. Além disso, ao final da última oficina, será entregue uma caixa com materiais escolares para cada estudante do grupo, com o objetivo que cada um possa

elaborar de uma produção artística de estilo livre em seus próprios lares. Por fim, haverá um último encontro presencial e individual com a pesquisadora, com horário e data a ser combinados, para a realização de uma entrevista sobre a produção artística elaborada.

RISCOS: Apontam-se como possíveis riscos a desmotivação do participante, algum constrangimento e desconforto ao responder as perguntas a ele endereçadas e ao realizar as atividades propostas. Entretanto, esses riscos poderão ser rapidamente minimizados assegurando a todo participante o anonimato, o caráter voluntário da sua participação, bem como a liberdade de recusa a qualquer momento sem que sofra qualquer penalização. Além disso, a pesquisadora principal, enquanto psicóloga inscrita no CRP 02/25204, poderá fazer algum atendimento emergencial, caso algum participante apresentar algum desajustamento psicológico-emocional durante a realização de alguma etapa da pesquisa e dar os devidos encaminhamentos e orientações.

BENEFÍCIOS: Ao refletir sobre sua experiência com o erro com atividades matemáticas, a partir das perguntas disparadoras das entrevistas, o participante poderá reavaliar suas concepções e atitudes frente ao erro, proporcionando melhoras na execução dessas atividades e um melhor manejo do erro em atividade matemática. Pensando no contexto de sala de aula, a conscientização sobre como os estudantes lidam com o erro pode permitir implementar metodologias nas aulas a fim de proporcionar um melhor entendimento sobre os assuntos de matemática.

Esclarecemos que os participantes dessa pesquisa têm plena liberdade de se recusar a participar do estudo e que esta decisão não acarretará penalização por parte dos pesquisadores. Todas as informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa por meio de gravações e entrevistas ficarão armazenados em computador pessoal da pesquisadora, protegido por senha, sob a responsabilidade da mesma, no endereço Av. Ayrton Senna da Silva, 900, CEP 54.410-240, pelo período de mínimo 5 anos após o término da pesquisa.

O (a) senhor (a) não pagará nada e nem receberá nenhum pagamento para ele/ela participar desta pesquisa, pois deve ser de forma voluntária, mas fica também garantida a indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação dele/a na pesquisa, conforme decisão judicial ou extra-judicial. Se houver necessidade, as despesas para a participação serão assumidas pelos pesquisadores (ressarcimento com transporte e alimentação).

Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, o (a) senhor (a) poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da UFPE no endereço: (Avenida da Engenharia s/n – Prédio do CCS - 1º Andar, sala 4 - Cidade Universitária, Recife-PE, CEP: 50740-600, Tel.: (81) 2126.8588 – e-mail: cephumanos.ufpe@ufpe.br).

Assinatura do pesquisador (a)

**CONSENTIMENTO DO RESPONSÁVEL PARA A PARTICIPAÇÃO DO/A
VOLUNTÁRIO**

Eu, _____,
CPF _____, abaixo assinado, responsável por
_____, autorizo a sua
participação no estudo “Errei, e agora? Um olhar microgenético para a vivência do erro em
atividades escolares de matemática através da imaginação”, como voluntário(a). Fui
devidamente informado (a) e esclarecido (a) pela pesquisadora sobre a pesquisa, os
procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes da
participação dele (a). Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer
momento, sem que isto leve a qualquer penalidade para mim ou para o (a) menor em questão.

Local e data: _____

Assinatura do (da) responsável: _____

Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e aceite do
voluntário em participar. 02 testemunhas (não ligadas à equipe de pesquisadores):

Nome:	Nome:
Assinatura:	Assinatura:

Contato das pesquisadoras:

Caso necessite de maiores informações sobre o presente estudo, favor entrar em contato com as
pesquisadoras:

Maria Angélica Bandeira Brasileiro

E-mail: angélica.bandeira@ufpe.br

Telefone: (81) 9 8909-9941 e 9090 (81) 9 8909-9941, para casos de ligações a cobrar.

Ana Karina Moutinho Lima

E-mail: ana.mlima@ufpe.br

Telefone: (81) 9 9763-0802

Andréa Paula Pantoja Garvey

E-mail: garveya@arc.losrios.edu

Telefone: +1 (916) 425 3952

APÊNDICE E - CONVITE PARA COLABORAÇÃO

Caro(a) _____,

Primeiramente, gostaria de parabenizá-lo(a) por ter entrado no [Colégio Excelência]! Não é uma conquista fácil de ser alcançada, por isso merece reconhecimento. Espero que possa tirar o maior proveito possível do que o colégio tem para oferecer!

Chamo-me Maria Angélica Bandeira Brasileiro, sou ex-aluna do [Colégio Excelência]. Ingressei no colégio no ano de 2008. Lembro-me do que senti ao estar no lugar que você está agora, cheio de novidades e com novas responsabilidades e expectativas. Ao refletir sobre minha trajetória, 15 anos depois que ingressei no colégio, ainda sinto a influência que o ensino e princípios do [Colégio Excelência] tem em minha vida.

Conclui o colégio no ano de 2014, deixando o uniforme de lado, mas com imenso sentimento de gratidão - esperando pela oportunidade que um dia poderei retribuir um pouco do que o colégio fez pela minha formação.

Hoje, sou psicóloga formada pela Universidade Federal de Pernambuco e estou cursando o Mestrado em Psicologia Cognitiva pela mesma universidade. Desde a minha graduação faço pesquisas e projetos na área da aprendizagem escolar, procurando promover melhorias para a educação. Neste momento, o mestrado tem me proporcionado entrar em contato novamente com o [Colégio Excelência] e contribuir para o avanço da ciência e da educação. Contudo, não posso fazer isso sozinha. Por isso, estou convidando você, _____, com o apoio e autorização da sua família, a poder me ajudar a promover melhorias no ensino e aprendizagem.

Com essa finalidade, estou estendendo o convite para colaborar como participante, com garantia de sigilo, na pesquisa "Errei, e agora? Um olhar microgenético para a vivência do erro em atividades escolares de matemática através da imaginação." Caso você e sua família desejem participar, envio os documentos para autorização, que devem ser devolvidos assinados o mais rápido possível. Para saber mais, deixo abaixo meu contato de e-mail, telefone e Whatsapp para que você e seus responsáveis possam tirar dúvidas.

Caso você e sua família desejem participar, marcarei uma reunião online com os responsáveis para poder explicar a pesquisa e combinar os dias e horários das entrevistas. Agradeço de antemão o apoio.

Atenciosamente,

Maria Angélica Bandeira Brasileiro

Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Psicologia Cognitiva da UFPE