



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO

Juliana Portella de Freitas

**Avaliação da aprendizagem e a percepção do erro: uma investigação sobre
o valor posicional no sistema de numeração decimal com professores dos
Anos Iniciais do Ensino Fundamental**

Mestrado em Educação Matemática

São Paulo

2022

Juliana Portella de Freitas

**Avaliação da aprendizagem e percepção do erro: uma investigação sobre o
valor posicional no sistema de numeração decimal com professores dos
Anos Iniciais do Ensino Fundamental**

Dissertação apresentada à Banca Examinadora da
Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, como
exigência parcial para obtenção do título de Mestre
em Educação Matemática, sob a orientação do Prof.
Dr. Gerson Pastre de Oliveira.

São Paulo

2022

Freitas, Juliana Portella de
Avaliação da aprendizagem e a percepção do erro:
uma investigação sobre o valor posicional no sistema
de numeração decimal com professores dos Anos
Iniciais do Ensino Fundamental. / Juliana Portella
de Freitas. -- São Paulo: [s.n.], 2002.
101p. il. ; cm.

Orientador: Gerson Pastre de Oliveira.
Dissertação (Mestrado)-- Pontifícia Universidade
Católica de São Paulo, Programa de Estudos Pós
Graduados em Educação matemática.

1. Trabalho de conclusão. 2. Dissertação. I.
Oliveira, Gerson Pastre de . II. Pontifícia
Universidade Católica de São Paulo, Programa de
Estudos Pós-Graduados em Educação matemática. III.
Título.

CDD

Banca Examinadora

Dedico este trabalho a minha mãe Odenes, ao meu
marido José Carlos e ao meu querido filho Pedro.

AGRADECIMENTO À CAPES

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - 88887.473652/2020-00. Agradeço a bolsa concedida pela Capes que possibilitou a realização da pesquisa.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a duas mulheres fortes que me inspiraram nunca desistir, minha mãe Odenes e a dona Tiana. Agradeço também ao meu marido José Carlos e ao meu filho Pedro que ficaram ao meu lado nos momentos mais difíceis.

Ao Professor Dr. Gerson Pastre de Oliveira que com as suas “boas perguntas” me levou a refletir sobre cada etapa desse processo, agradeço-o também por compreender as dificuldades, desafios e imprevistos durante a realização da pesquisa.

À Professora Dra. Cileda de Queiroz e Silva Coutinho, pelo incentivo e apoio, sempre disposta a ajudar com um imenso carinho.

À Professora Dra. Viviane Rezi pelas importantes contribuições feitas na qualificação.

À Professora Dra. Maria José do no Programa da PUC-SP pelas considerações feitas na defesa.

A todos os professores do Programa que contribuíram com a construção de novos conhecimentos.

À Suzanne que ajudou nos mínimos detalhes e incentivou nos momentos mais difíceis dessa jornada.

À minha querida amiga e parceira na risada e no choro Maiara Ariana Silva Paula, sempre disposta a sentar ao meu lado para discutir ideias e concluir a pesquisa.

À minha amiga e “chefe” Patrícia Firmo, que inúmeras vezes ficou ao meu lado neste processo.

Às minhas amigas acadêmicas e parceiras na vida Silvia Moraes, Djenane e Eliane Siqueira.

Enfim, agradeço a todos que de uma forma ou outra me ajudaram para que esta pesquisa fosse concluída.

RESUMO

O presente trabalho tem por objetivo investigar as concepções de um grupo de professores que ensinam Matemática nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental. Concepções essas, relacionadas à percepção e/ou constatação do erro do aluno no que diz respeito ao valor posicional do número no sistema de numeração decimal. Assim, a avaliação da aprendizagem é o condutor pedagógico dessa investigação, o que permite considerá-la um elemento essencial sem o qual a percepção da aprendizagem ou do próprio erro e qualquer ideia de regulação não seria possível. No primeiro momento, foi descrita uma breve contextualização sobre a concepção de avaliação e as marcas do processo histórico. Para a concepção de regulação e autorregulação da aprendizagem o embasamento teórico foi apoiado a partir dos preceitos de Luckesi (2011), Hoffmann (2014) e Perrenoud (1999; 2000; 2010). Com relação ao erro como parte do processo de construção de um conhecimento (construção e reconstrução) e a análise do erro com o objetivo de avançar na construção da aprendizagem, a base foram os preceitos de Piaget (1981; 1983; 1996), Perrenoud (2010) e Borasi (1996). Acerca do valor posicional do número no sistema de numeração decimal o aporte esteve nos dados da pesquisa de Lerner e Sadovsky (1996). A fim de atingir o objetivo da pesquisa foi adotada a metodologia de caráter qualitativo, os instrumentos para a coleta dos dados foram: um questionário de caracterização dos participantes e uma entrevista semiestruturada organizada em duas etapas (perguntas e situação prática). A análise dos dados foi desenvolvida com a técnica de análise de conteúdo (BARDIN, 2011). A pesquisa revelou as percepções que os participantes têm sobre a avaliação da aprendizagem, sobre o erro, sobre a regulação da aprendizagem e sobre o valor posicional do número.

Palavras-chave: Avaliação da aprendizagem. Erro. Regulação da aprendizagem. Valor posicional do número.

ABSTRACT

This study aims to investigate the conceptions of a group of teachers who teach mathematics in the early years of elementary school. These conceptions, related to the perception and/or observation of the student's error regarding the positional value of the number in the decimal number system. Thus, the evaluation of learning is the pedagogical driver of this research, which allows to consider it an essential element without which the perception of learning or the own mistake and any idea of regulation would not be possible. In the first moment, a brief contextualization about the conception of evaluation and the marks of the historical process was described. For the conception of regulation and self-regulation of learning the theoretical basis was supported from the precepts of Luckesi (2011), Hoffmann (2014) and Perrenoud (1999; 2000; 2010). Regarding error as part of the process of construction of knowledge (construction and reconstruction) and the analysis of error in order to advance in the construction of learning, the basis were the precepts of Piaget (1981; 1983; 1996), Perrenoud (2010) and Borasi (1996). About the positional value of the number in the decimal numbering system the contribution was in the research data of Lerner and Sadovsky (1996). In order to achieve the objective of the research, the qualitative methodology was adopted, the instruments for data collection were: a questionnaire to characterize the participants and a semi-structured interview organized in two stages (questions and practical situation). Data analysis was developed with the content analysis technique (BARDIN, 2011). The research revealed the perceptions that the participants have about the evaluation of learning, about the error, about the regulation of learning and about the positional value of the number.

Keywords: Learning evaluation. Error. Regulation of learning. Positional value of number.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Organização das categorias de busca.....	21
Figura 2 – Organização da “Proposta Curricular – Ensino Fundamental” da rede municipal de Guarulhos (2009).....	59
Figura 3 – Organização da “Proposta Curricular – Ensino Fundamental” da rede municipal de Guarulhos (2019).....	63
Figura 4 – Organização do quadro de saberes e aprendizagens: Números naturais e sistema de numeração decimal.....	64
Figura 5 – Organograma das categorias de análise.....	76

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Taxionomia de Borasi para o uso do erro.....	42
Quadro 2 – Resultado dos acertos e erros da questão referente ao descritor 13 – Prova Municipal Guarulhos.....	57
Quadro 3 – Organização do quadro de saberes: Números e Operações – Ensino Fundamental (Anos Iniciais).....	60
Quadro 4 – Comparação dos saberes/aprendizagens das Propostas Curriculares (2009, 2019) referente ao valor posicional do número.....	65
Quadro 5 – Questionário de caracterização das participantes.....	65
Quadro 6 – Resposta do Questionário de caracterização dos participantes – piloto.....	67
Quadro 7 – Questionário final de caracterização das participantes (Anexo 1).....	68
Quadro 8 – Etapa 1 – Roteiro de entrevista: processo de ensino e aprendizagem.....	68
Quadro 9 – Etapa 2 – Roteiro de entrevista: objeto matemático (valor posicional do número no SND).....	69
Quadro 10 - Percepções sobre a avaliação da aprendizagem.....	77
Quadro 11 – Percepções de erro.....	80
Quadro 12 – Percepções sobre a regulação da aprendizagem.....	82
Quadro 13 – Valor posicional do número.....	85

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Formação acadêmica dos participantes da pesquisa.....	73
Tabela 2 – Tempo de docência.....	74
Tabela 3 – Tempo de atuação no Ensino Fundamental (Anos Iniciais).....	74

SUMÁRIO

1 - INTRODUÇÃO: O PROBLEMA DE PESQUISA	14
2 - REVISÃO DE LITERATURA	21
2.1 Revisão de literatura bibliográfica	21
2.1.1 O uso reconstrutivo do erro	22
2.1.2 Avaliação da aprendizagem	31
2.1.3 Regulação da Aprendizagem	36
2.1.4 Valor posicional do número no sistema numérico decimal	39
2.2 Revisão de literatura teórica	44
2.2.1 O sistema de numeração decimal e o valor posicional do número	53
3 - ASPECTOS METODOLÓGICOS	55
3.1 A metodologia de pesquisa: abordagem qualitativa	55
3.2 As fases do estudo	56
3.3 Universo da pesquisa	58
3.4 A entrevista semiestruturada (com apoio de um questionário inicial)	65
4 - Análise de DADOS	73
4.1 Perfil dos participantes	73
4.2 Análise dos dados: categorias	75
4.2.1 Avaliação da aprendizagem	76
4.2.2 Percepções do erro	79
4.2.3 Regulação da aprendizagem	81
4.2.4 Valor posicional do número	84
5 – considerações finais	88
REFERÊNCIAS	91
Anexo A – Termo de consentimento livre e esclarecido	96
Anexo B – Questionário de caracterização dos participantes	98
Anexo C - Etapa 1 – Roteiro de entrevista: processo de ensino e aprendizagem	100

1 - INTRODUÇÃO: O PROBLEMA DE PESQUISA

A principal motivação para a realização dessa investigação se deu por conta da participação em um grupo de trabalho no ano de 2017, cujo objetivo era a construção e implementação da primeira avaliação institucional para os alunos da rede municipal de Guarulhos, na forma de um instrumento (prova). Os estudos para a construção da prova do 5º ano do Ensino Fundamental foram realizados com base nos descritores da Prova Brasil. Após três anos consecutivos de aplicação da avaliação em Guarulhos (2017, 2018 e 2019) e análise dos resultados, a questão com o menor índice de acertos se refere ao descritor “**D13** Reconhecer e utilizar características do sistema de numeração decimal, tais como agrupamentos e trocas na base 10 e princípio do valor posicional”. Nessa perspectiva, ficou a inquietação sobre olhar do educador ao constatar, em momentos de avaliação, o erro do educando nesse tema.

A dificuldade supramencionada, constatada a partir dos dados levantados em uma prova de larga escala, trouxe a essa pesquisadora o impulso de construir uma pesquisa voltada a uma temática que reunisse o processo de avaliação da aprendizagem e a constatação de erros nesse âmbito, mais especificamente relacionados ao valor posicional no sistema de numeração decimal. Compreendendo a relevância do papel do professor no contexto formativo composto pelos Anos Iniciais do Ensino Fundamental, a investigação que é aqui descrita tem os docentes como participantes, ou seja, parte-se da compreensão de seu papel no processo avaliativo – e no processo de ensino, como consequência – para elucidação da questão e consecução dos objetivos mais adiante anunciados.

No tempo em que essa pesquisa era proposta e seus procedimentos eram encaminhados, sobrevieram novas inquietações. No ano de 2020 não foram aplicadas as avaliações devido às questões relacionadas ao estado pandêmico (COVID-19), o que implicou na suspensão das aulas no modelo presencial em âmbito nacional por meio da portaria 343 de 17 de março de 2020:

Art. 1º Autorizar, em caráter excepcional, a substituição das disciplinas presenciais, em andamento, por aulas que utilizem meios e tecnologias de informação e comunicação, nos limites estabelecidos pela legislação em vigor, por instituição de educação superior integrante do sistema federal de ensino, de que trata o art. 2º do Decreto nº 9.235, de 15 de dezembro de 2017.

§ 1º O período de autorização de que trata o caput será de até trinta dias, prorrogáveis, a depender de orientação do Ministério da Saúde e dos órgãos de saúde estaduais, municipais e distrital (BRASIL, 2020).

No dia 17 de março de 2020, no município de Guarulhos, local de estudo da presente pesquisa, as aulas passaram ao contexto remoto, conforme decreto de nº 36832/2020

(GUARULHOS, 2020). Devido as adaptações e os desafios das aulas no contexto remoto, a avaliação institucional deste ano foi suspensa.

Posteriormente, quanto à retomada das aulas:

Art. 2º O Município adere às medidas previstas no Decreto Estadual nº 65.849, de 6 de julho de 2021, ficando autorizada a retomada de aulas e demais atividades presenciais na rede pública e nas instituições privadas de ensino [...] (GUARULHOS, 2021).

Retomaram-se as aulas e, em decorrência da adaptação ao retorno das atividades presenciais, a avaliação foi aplicada no mês de novembro de 2021; logo não foi possível ter acesso ao relatório em tempo para inclusão dos dados neste trabalho.

Ainda que o contexto da pandemia tenha trazido novos desafios para a pesquisa, que não estavam previstos no planejamento inicial, foi possível prosseguir a partir de outras perspectivas e com algumas modificações em prazos e procedimentos, esse último ligado à seleção e abordagem dos participantes da pesquisa, os professores. Dessa forma, tornou-se possível prosseguir e exibir os resultados que esse texto, conseguiu reunir.

Dessa forma, delineado o tema e definido o contexto, ainda que as inquietações descritas, restava prosseguir, posicionando a temática e indicando os motivos pelos quais ela se configura, no âmbito dessa investigação, como um problema de pesquisa. De fato, um dos fatores que caracterizam o pensamento pedagógico em ação é a concepção de avaliação. Por meio dela, manifesta-se o acolhimento, a orientação ou a classificação e os mecanismos de poder existentes no processo de ensino e aprendizagem (LUCKESI, 2011). Segundo o autor, a avaliação ao longo do século XX foi consolidada como momento de provar se houve aprendizagem, o que também se cristalizou na prática do *exame*, uma valorização do produto como supremo revelador da prática educativa.

No Brasil, os primeiros registros referentes a avaliação estão ligados à educação jesuítica (século XVI), a partir dos preceitos do *ratio studiorum*, que se expressavam por meio de um conjunto de normas na organização curricular, na metodologia de ensino, na definição de saberes e na estratégia avaliativa que definia um modelo de sociedade e de indivíduo. Tal modelo de educação trouxe consequências às propostas educativas e a avaliação ganha o caráter de *medida*. De acordo com Luckesi (2011), a medida da aprendizagem do estudante se relaciona à contagem de respostas corretas a partir de um conteúdo de aprendizagem supostamente ensinado.

A partir do Movimento dos Pioneiros da Escola Nova, na década de 1930, e as discussões da democratização da educação, surgem questionamentos sobre qual a função da educação e como se constitui uma educação pública de qualidade. Para tanto, o modelo tradicional, que tem a avaliação como medida, passa a ser questionado e o foco tende a se desviar para o processo de aprendizagem e intervenção da realidade.

O ato de avaliar, porém, ainda sofre com marcas do processo histórico. Hoffmann (2014) fala da dicotomia entre educação e avaliação, o que faria com que os professores percebessem a ação de educar e de avaliar como momentos separados; entretanto, a pesquisadora afirma que “[...] a avaliação é essencial à educação. Inerente e indissociável enquanto concebida como problematização, questionamento, reflexão sobre a ação [...]” (HOFFMANN, 2014, p.22).

Ao entender que a avaliação é, de fato, componente do ato pedagógico (LUCKESI, 2011), deve-se superar a ideia de que ela se resume ao momento de verificação do “*status*” da aprendizagem. É mais complexo que isso, pois se trata de conhecer como está a aprendizagem, quem é o sujeito em questão e quais decisões devem ser tomadas ainda no processo. Ou seja, é praticar a premissa da “avaliação como uma das mediações pela qual se encoraja a (re)organização do saber” (HOFFMANN, 2014, p. 86).

A partir da perspectiva da avaliação enquanto parte do processo de ensino e de aprendizagem, Luckesi (2011, p. 197) destaca:

Tanto o “sucesso/insucesso” como “acerto/erro” podem ser utilizados como fonte de virtude em geral e como fonte de “virtude” na aprendizagem escolar. No caso da solução bem ou malsucedida de uma busca, seja ela de uma investigação científica ou de solução prática de alguma necessidade, o “não sucesso” é, em primeiro lugar, um indicador de que ainda não se chegou à solução necessária, e em segundo lugar, a indicação de um modo de “como não se resolver” essa determinada necessidade. O fato de não chegar à solução bem-sucedida indica, no caso, o trampolim para um novo salto.

Ao considerar a avaliação como processual e reguladora, a concepção de erro perde o caráter de “não saber algo”. Na pedagogia tradicional, o erro não é compreendido enquanto parte dos conflitos cognitivos na busca de adaptação de um novo aprendizado (PIAGET, 1996): nela, as ações pedagógicas se voltam ao sucesso e não para a construção do conhecimento por parte do sujeito em que ocorrem diferentes processos cognitivos que demandam acertos e erros, construções e reconstruções. Segundo Piaget (1996), os erros fazem parte dos conflitos cognitivos frente à adaptação a uma nova situação.

Na perspectiva da teoria psicogenética de Piaget, que trata das estruturas do conhecimento, o foco de atenção está nos processos interativos do sujeito com o objeto que geram conflitos cognitivos denominados a partir de estudos como equilíbrios/desequilíbrios, que resultam na construção de estruturas cognitivas mais elaboradas (PIAGET, 1996). A partir desse pressuposto, no que tange aos aspectos pedagógicos:

[...] partir dos conhecimentos que os alunos já possuem, ou seja, de seus sistemas de significações; apresentar problemas que gerem conflitos cognitivos; dar ênfase à maximização do desenvolvimento e não apenas à busca de resultados, centrando-se no processo de construção do conhecimento; aceitar soluções "erradas" como pertinentes, desde que indicadoras de progressos na atividade cognitiva; fazer com que os alunos tomem consciência dos erros cometidos, percebendo-os como problemas a serem enfrentados, sem que se lhes imponham caminhos previamente traçados. (DAVIS; ESPOSITO, 1991, p. 200).

Ao pensar sobre o “erro” como parte do processo de construção do conhecimento, fica a indagação sobre a análise do erro como forma de construir autonomia na aprendizagem. Para esta ação observa-se duas perspectivas: a do sujeito regular sua aprendizagem e o papel do educador neste processo. Segundo Perrenoud (2010), nem todo o aprendizado necessita de um *feedback*, mas as relações feitas pelo sujeito a partir de uma situação, o obrigam a concordar ou discordar, ajustar a sua ação ou suas representações, identificar os erros e dúvidas, observar o ponto de vista do outro, decidir, aprender por tentativa e erro, ou seja, provocar conflitos cognitivos. Pensar sobre o papel do educador neste processo também não é simples, já que diferentes elementos estão envolvidos: a observação, a intervenção e a própria regulação (PERRENOUD, 2000).

Considerando que a avaliação processual e reguladora apoia a prática docente no sentido de tomada de decisão frente às futuras ações, de forma a contribuir no processo de aprendizagem dos educandos e na análise do erro enquanto parte de uma metodologia de ensino, propõe-se a seguinte questão de investigação: **“quais percepções são reveladas por um grupo de professores de uma escola municipal da cidade de Guarulhos em momentos de avaliação e constatação de erros (dos alunos) que envolvem o valor posicional no sistema numérico decimal?”**.

Na Educação Matemática, a construção do pensamento matemático parte da ideia de resolver algo, conjecturar, lidar com problemas e, para isso, é fundamental despertar a curiosidade, fazer observações, levantar hipóteses, realizar análises, testar, entre outras providências. A presente pesquisa tem como foco observar e investigar as ações de um grupo de docentes que ensinam matemática nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental a partir da

análise de erros cometidos pelos estudantes em propostas avaliativas que envolvem o valor posicional do número no sistema numérico decimal.

A neurocientista Jo Boaler (2018) indica, com base em seus estudos, que a construção do conhecimento matemático é mais produtiva quando ocorre o erro e os confrontos sobre ele, pois há muito mais conexões neurais sendo estabelecidas. Partindo de tal pressuposto, refletir sobre as implicações do erro enquanto construtivo é fundamental em se tratando da construção do pensamento matemático. Da mesma forma, argumenta Hoffmann:

A postura do professor frente às alternativas de solução construídas pelos alunos deve estar necessariamente comprometida com tal concepção de erro construtivo. O que significa considerar que o conhecimento produzido pelo educando, num dado momento de sua experiência de vida, é um conhecimento em processo de superação (HOFFMANN, 2014 p. 85).

Além das propostas curriculares que falam sobre as habilidades relativas aos números, diversas pesquisas têm tratado deste tema. Estudos referenciais sobre números e a percepção dos aspectos do sistema de numeração pelas crianças podem ser encontrados nas pesquisas de Lerner e Sadovsky (1996), por exemplo. No estudo dessas pesquisadoras, inicialmente, foram entrevistadas cinquenta crianças entre cinco e oito anos de idade; na análise das respostas, surgiram algumas regularidades sobre as percepções a respeito da numeração escrita, a posição do algarismo, a numeração “falada” e suas implicações na escrita numérica e a notação convencional. Para esta pesquisa, utilizaremos parte do estudo, em que as autoras se referem a posição dos algarismos e às hipóteses levantadas pelas crianças. No grupo de crianças entre 5 e 6 anos, ao serem questionadas sobre qual o maior número, 12 ou 21, algumas apontaram que o numeral 21 é maior, já que o primeiro número (2) é o que “manda”. Em seguida, compararam os números 21 e 23, e muitas responderam que nesse caso, o 23 é maior, pois o 3 é o maior número. A ideia do primeiro número que “manda”, usada anteriormente, não foi considerada válida pelos respondentes nessa situação (LERNER; SAVOSKY, 1996).

Durante as entrevistas, as pesquisadoras constataram que um grupo de crianças justificaram suas ideias a partir da sequência numérica, o que nem sempre conduzia a acertos:

No entanto, tal como observamos em relação às hipóteses referentes à quantidade de algarismos, o critério de comparação baseado na posição dos algarismos está longe de construir-se de uma vez só e para sempre, já que sua generalização também requer a superação de alguns obstáculos. É o que mostra Alina, que - apesar de ter aplicado consistentemente este critério a quase todas as situações - tropeça em uma dificuldade quando se trata de comparar 25 e 16 [...] (LERNER; SADOVSKY, 1996, p. 83).

Na comparação entre 25 e 16, a criança afirmou que o 16 seria maior, e justificou, quando fez a contagem oral, ao dizer que o número 6 viria depois do 5, o que faria com que o 16 fosse maior. Segundo Lerner e Sadovsky (1996), apesar dos conhecimentos demonstrados pelas crianças a respeito da variação do valor do algarismo e sua posição, elas não demonstraram que o primeiro número se relaciona com os agrupamentos de base 10, regra essa proveniente do sistema de numeração decimal. Na entrevista com o grupo de crianças com 7 anos, os conhecimentos construídos na escola, como as “dezenas”, aparecem nas respostas. No caso dos números 12 e 21, a criança relatou que o doze seria uma dezena e o dois também; além disso, enunciou corretamente o número “vinte e um”, mas não compreende que este número possui duas dezenas (LERNER; SADOVSKY, 1996).

As pesquisadoras analisaram os resultados e concluíram:

A aparição e reaparição de determinadas respostas – ideias, justificações, conflitos – foi o detonador que nos levou a esboçar, antes do previsto, possíveis linhas de trabalho didático. É por isso que, enquanto continuávamos realizando entrevistas clínicas, começamos colocar à prova, em aula, algumas atividades. Como geralmente acontece, quando levávamos a prática cada uma destas atividades, a proposta ia se ajustando e enriquecendo: por um lado, descobríamos novos problemas que era necessário resolver; por outro, as crianças estabeleciam relações e nos surpreendiam com perguntas ou com procedimentos que abriram **novas perspectivas para o trabalho didático** (LERNER; SADOVSKY, 1996, p.75, grifo nosso).

Nessa perspectiva, para responder ao problema de pesquisa, o presente estudo tem como objetivo geral investigar as concepções dos professores a partir da percepção do erro por meio da avaliação da aprendizagem, envolvendo a representação do número e o seu valor posicional no sistema numérico decimal, tendo como cenário os Anos Iniciais do Ensino Fundamental. Nesse intento, de forma subsidiária, foram elaborados os seguintes objetivos específicos:

- Levantar as concepções dos professores participantes do estudo acerca dos erros dos alunos em situações-problema que envolvem o valor posicional do número;
- Verificar as concepções dos educadores sobre o erro reconstrutivo em situações que envolvem o valor posicional.

A pesquisa aqui descrita assume um delineamento qualitativo, tendo como um grupo de professores que atuam no Ensino Fundamental (1º ao 5º ano) e que ensinam matemática em uma escola municipal localizada em um bairro central da cidade de Guarulhos-SP. O instrumento de pesquisa utilizado consiste em um roteiro com questões e que direciona os procedimentos relativos à entrevista semiestruturada.

Para dar conta dos objetivos elencados, a presente investigação foi organizada em cinco capítulos. No primeiro capítulo apresentamos a motivação para os estudos, a descrição problema de pesquisa construído a partir dos estudos da revisão bibliográfica e os objetivos.

A revisão de literatura, presente no segundo capítulo, foi dividida em duas etapas: revisão bibliográfica que consiste no levantamento de pesquisas correlatas ao tema da pesquisa e a revisão teórica enquanto subsídio para as análises. Para a revisão bibliográfica foram utilizadas as seguintes pesquisas: Silva (2010), Oliveira (2010), Marques (2012), Moraes (2013), Gonçalves (2014), Soares (2014), Mendes (2014), Santos (2015), Amaral (2015), Sada (2016), Oliveira (2016), Sousa (2017), Pereira (2017), Milan (2017) e Tracanella (2018). Na revisão teórica foram utilizados como corpo teórico que fundamenta as análises os trabalhos de Piaget (1981; 1983; 1996), Perrenoud (2009; 2010), Hadji (1994), Lerner; Sadovsky (1996), Borasi (1996) e Luckesi (2011).

No terceiro capítulo apresentamos os procedimentos metodológicos adotados, a caracterização do universo da pesquisa, a construção do instrumento de pesquisa e a coleta dos dados. O quarto capítulo perpassa às questões referentes a análise dos dados coletados e no quinto capítulos apresentamos algumas conclusões e as considerações finais da investigação.

2 - REVISÃO DE LITERATURA

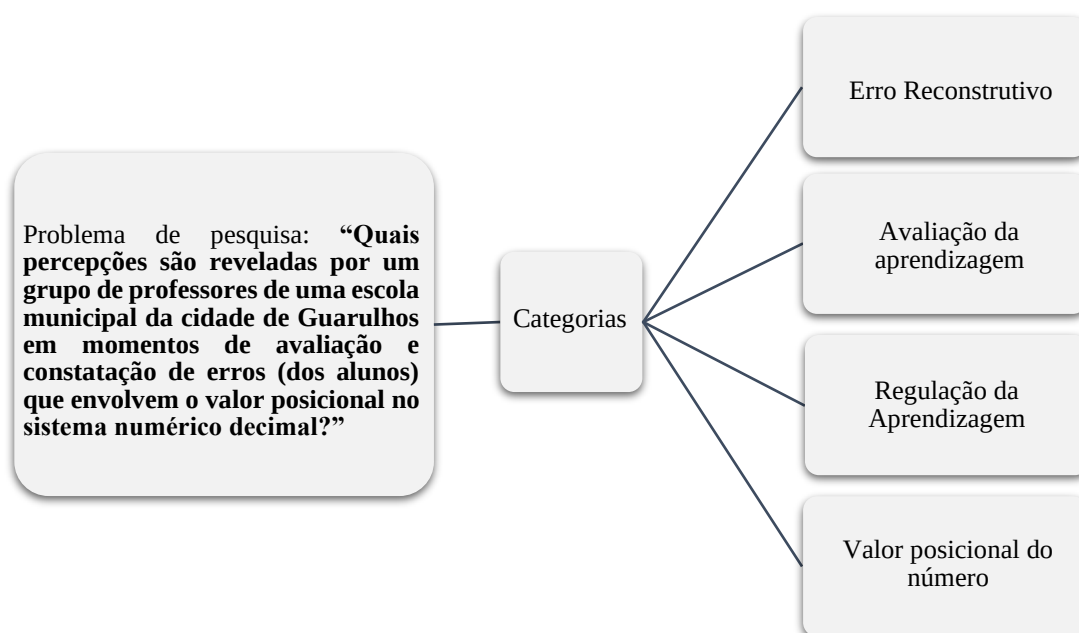
A revisão de literatura recebe diferentes nomeações, tais como estado da arte, quadro teórico etc. Os autores Almouloud e Silva (2019) descrevem que a revisão de literatura comporta dois aspectos: “revisão bibliográfica voltada para os estudos de pesquisas realizadas a respeito da temática de investigação e a revisão de literatura teórica” (ALMOULOUD; SILVA, 2019, p. 52). Para este trabalho adotaremos os dois aspectos recomendados pelos autores, ou seja, dividimos essa revisão em bibliográfica e teórica.

2.1 Revisão de literatura bibliográfica

Esta pesquisa tem como foco a análise das ações docentes, no âmbito dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental, a partir da constatação do erro durante a avaliação da aprendizagem, considerando o valor posicional do número no sistema de numeração decimal.

Para tal, esta seção tem como objetivo recorrer às pesquisas publicadas como forma de contribuir na fundamentação teórica da investigação e observar a necessidade de estudos sobre tema. Após reflexões e buscas mais amplas, percebeu-se que não seria possível encontrar todas as vertentes desta pesquisa em um único tipo de trabalho; nesse sentido, para as buscas dos trabalhos correlatos, foram criadas categorias, conforme pode ser visto na Figura 1.

Figura 1 – Organização das categorias de busca



Fonte: produção da autora, 2022.

O movimento inicial se constituiu a partir do levantamento de teses e dissertações que se relacionassem com as categorias apresentadas na Figura 1. Para tal foram fontes de pesquisas as bases de dados relativas ao Banco de Teses e Dissertações da CAPES e à Biblioteca Digital Brasileira de Teses e dissertações (BDTD). De forma mais específica, as categorias são objeto de descrição nas próximas seções.

2.1.1 O uso reconstrutivo do erro

A escolha do termo de busca “**erro reconstrutivo**” se deu a partir dos estudos de Perrenoud (2000), com base na ideia de que aprender não é somente memorizar, mas reestruturar o sistema de compreensão do mundo; para tanto, é necessário reorganizar estruturas cognitivas, restabelecendo um equilíbrio rompido. Entretanto, como é um termo específico usado prioritariamente por esse autor, a pesquisa por trabalhos correlatos foi, inicialmente, ineficiente; assim, ampliamos a busca com foco no ensino e no público-alvo, os professores.

A busca inicial foi realizada no dia dezessete de dezembro de 2020 e foram utilizados como termos de busca *erro reconstrutivo*, *professores*, *docentes*, *ensino*.

Na base de dados da CAPES foram encontrados 163677 resultados; já na BDTD não foram encontrados registros. Os refinamentos acerca da tentativa de alinhamento à temática para a exclusão das pesquisas foram: Mestrado Acadêmico e Doutorado, Programas de Pós-Graduação em Educação Matemática e Educação Matemática e Tecnológica, últimos 10 anos (2010-2019). Finalizados os refinamentos, foram encontrados 1225 resultados, e, para delimitar como última escolha para exclusão, foi tomada a decisão de incluir a palavra “erro” no título da pesquisa, sobrando, assim, 4 dissertações para compor a revisão de literatura no que se refere à discussão do erro.

Dentre as quatro pesquisas, duas têm como público-alvo professores dos 4ºs e 5ºs anos dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental.

A primeira dissertação intitulada “O erro no ensino de Matemática: reflexões a respeito de ações docentes no processo de ensino”, de autoria de Valdirene da Silva de Sousa (2017), tem foco nas características identificadas no discurso dos professores sobre a utilização do erro enquanto ferramenta de aprendizagem. Um dos objetivos estava em evidenciar a importância de discutir o erro durante as aulas, bem como o tratamento dos dados.

No decorrer do trabalho, Sousa (2017) destacou o erro como uma característica provisória do conhecimento, dinâmica que sofre transformações durante os processos de aprendizagem até se transformar em conhecimento consolidado. Para tal, apoia-se na teoria da

equilíbrio e desequilíbrio de Piaget no que se refere à reorganização dos conhecimentos por meio dos conflitos entre um saber antigo e a construção de um novo saber.

No que tange ao erro enquanto obstáculo, a autora apoia-se nos estudos de Brousseau nos quais a concepção adotada concorda com a ideia de que o erro cometido pelo aluno não é ausência de saber algo, e sim um conhecimento anterior que se torna falso em dado contexto ou mal adaptado. Assim, essa seria uma perspectiva do erro enquanto obstáculo (epistemológico) observável e que influencia o processo de aprendizagem do educando, bem como o processo de ensino.

As questões relacionadas ao erro enquanto análise e metodologia de ensino estão fundamentadas nos termos de Cury (2007) que afirma a importância da análise das respostas dos educandos, de modo a provocar reflexões sobre suas causas e sua utilização enquanto objeto de conhecimento.

A metodologia utilizada na dissertação de Sousa (2017) foi de caráter qualitativo e o instrumento de coleta empregado foi a entrevista semiestruturada. A análise de dados ocorreu de forma descritiva. Foram entrevistados seis professores que lecionam matemática nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental I (4ºs e 5ºs anos), nos diferentes segmentos de ensino, privado, estadual e municipal, no ano de 2016.

Ao final dos estudos, a autora concluiu que, de alguma forma, os professores utilizam o erro em suas aulas, de forma sistemática ou não considera que:

[...] o estudo sobre os erros dos alunos constitui possibilidade de pesquisa atuais que conduzam os professores a refletir sobre a maneira que atuam em sala de aula e sobre o como se relacionam com os alunos e suas produções, compreender melhor como ocorre o processo de ensino e de aprendizagem (SOUSA, 2017, p.122).

Na segunda pesquisa encontrada, o pesquisador John Kennedy Jeronimo Santos, em sua dissertação intitulada “A compreensão do professor sobre os erros dos alunos, em itens envolvendo expectativas de aprendizagem dos números racionais nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental”, concluída no ano de 2015, trazia a seguinte questão: *como o professor interpreta os erros dos alunos, no trabalho com os números racionais, nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental?* (SANTOS, 2015). Um dos objetivos para responder tal questionamento foi o de investigar como os docentes interpretam os erros dos educandos relacionados aos números racionais.

O estudo foi realizado na cidade de Jaboatão dos Guararapes com a participação de 209 professores da Rede Pública Municipal que lecionavam nos 4ºs e 5ºs dos anos iniciais do

Ensino Fundamental. O instrumento de pesquisa utilizado foi o questionário, composto por questões relacionadas às principais dificuldades dos alunos sobre os números racionais (previamente construídas a partir de propostas presentes nas avaliações externas, como a Prova Brasil e o Saepe¹). Em um segundo momento, houve discussões coletivas na estratégia de formação.

Um dos capítulos da dissertação se refere aos estudos sobre avaliação escolar, contexto histórico, dimensões da avaliação (diagnóstica, formativa e somativa), bem como avaliação externa e interna, os autores de referência utilizados por Santos (2015) foram Luckesi e Perrenoud. Outro capítulo tem foco nos números racionais e como é abordado nos documentos Parâmetros Curriculares Nacionais e Parâmetros Curriculares de Pernambuco. A teoria utilizada foi a Teoria dos Registros de Representação Semiótica (TRRS) de Duval, no que tange a análise das representações do objeto matemático. As questões relativas ao erro foram descritas no quarto capítulo, “A análise do erro no processo ensino e aprendizagem”, e, segundo o autor:

A análise dos erros enquanto pesquisa educacional emerge a partir do início do século XX. Para Cury (2007), pesquisadores como Thorndike (1936), Hadamard (1945), Krutetskii (1976), Newell e Simon (1972), Brosseau (1983) e Borasi (1996) são os precursores desse gênero de pesquisa (SANTOS, 2015, p. 52).

Segundo Santos (2015), esses pesquisadores trouxeram contribuições significativas para as análises do erro matemático, também destaca que, segundo Cury; Thorndike e seus colaboradores pesquisaram o “erro” dos estudantes do segundo ano ao resolverem adições e subtrações envolvendo apenas números naturais inferiores a vinte. Os tipos de erros encontrados suscitaram a discussão de rotinas de análise do processo mental dos estudantes.

No referencial teórico, Santos (2015) cita que o psicólogo Hadamard, criticava a ideia de produto “final” sem reflexão e análise do processo. Tais contribuições proporcionaram reflexões sobre o papel da psicologia nos estudos do pensamento matemático; nesta perspectiva, Hadamard apontou quatro estágios da invenção: preparação, incubação, iluminação e apresentação de resultado.

Outro pesquisador citado no trabalho de Santos (2015), que contribuiu na reflexão da estrutura e formação das habilidades matemáticas foi o psicólogo soviético Krutetskii sua pesquisa tinha como foco investigar a funcionalidade da atividade mental dos estudantes no decorrer da resolução de problemas matemáticos.

¹ Sistema de Avaliação da Educação Básica de Pernambuco, criado em 2000 com a proposta de instituir políticas pública na busca de uma educação de qualidade. Abrange as redes públicas municipal e estadual do estado de Pernambuco nas áreas de Língua Portuguesa e Matemática. Fonte: <https://institucional.caeddigital.net/projetos/saepe-pe.html>, acesso em: 07 dez. 2021.

Ainda no referencial teórico, Santos (2015), cita que os estudos de Newell e Simon têm origem na tentativa de criar programas de computador com foco na simulação do comportamento humano ao resolver problemas. Em 1956, criaram o primeiro programa com Inteligência Artificial (IA), “*Logic Theoristic*”, para demonstrar teoremas, utilizando os sistemas simbólicos (SANTOS, 2015).

Segundo Santos (2015), um dos principais pesquisadores sobre o “erro” enquanto obstáculo é o francês Guy Brousseau. Em seus estudos, ele reforça que é necessário identificar a origem do obstáculo, para então, decidir o tratamento didático.

Para finalizar o estudo sobre a análise do erro, Santos (2015), destaca a pesquisa de Rafaella Borasi, que propõe a análise dos erros como forma de identificar e classificar os “erros” dos alunos, a fim de propor estratégias para superá-los. O autor da dissertação destacou taxionomia do erro proposta por Borasi (1996) como contribuição importante para as análises dos erros matemáticos.

Após a pesquisa, o autor conclui que, apesar dos professores não rejeitarem o erro, não o utilizam enquanto instrumento de reflexão: um a cada dez professores não identificaram a resposta errada; outro grupo não descreveu o erro e suas causas e apresentam dificuldade com conceitos matemáticos relacionados aos números racionais. Apenas um pequeno grupo conseguiu interpretar os erros de maneira adequada e argumentar matematicamente, o que sugere a investigação de quais conteúdos referentes aos números racionais são priorizados.

Outra dissertação que se relaciona ao erro enquanto estratégia foi escrita por Alessandro Gonçalves e intitulada “Análise das estratégias e erros dos estudos dos alunos do 9º ano em questões de Álgebra baseadas no Saresp² de 2008 a 2011”, concluída em 2014. A questão de pesquisa foi “quais são as estratégias utilizadas, as dificuldades e os erros cometidos pelos alunos do 9º ano do Ensino Fundamental II ao resolverem questões de Álgebra que estão presentes no relatório do Saresp dos anos de 2008, 2009, 2010 e 2011?” (GONÇALVES, 2014, p. 53). O objetivo da pesquisa era o de analisar os erros cometidos pelos alunos.

Para fundamentar às questões relacionadas a Álgebra, Gonçalves (2014), utilizou os seguintes estudo de: Fiorentini; Miorin; Miguel, Kaput Lins e Gimenez, Souza, Kieran, Eves e Ponte.

² Saresp – Sistema de avaliação de Rendimento Escolar do Estado de São Paulo – fornece indicadores relevantes para subsidiar o monitoramento das políticas públicas. Fonte: <https://saresp.fde.sp.gov.br/>, acesso em: 23 de fev. 2021.

No que se refere ao erro, o olhar estava voltado ao processo de ensino e de aprendizagem e à busca pela interpretação do erro como forma de reelaborar o conhecimento em determinado objeto de estudo, bem como para as estratégias e concepções docentes.

A abordagem metodológica utilizada foi a qualitativa e os participantes da pesquisa foram 15 alunos do 9º ano de uma escola estadual em São Bernardo do Campo. O instrumento de coleta de dados era composto por 13 questões, construídas a partir dos exercícios presentes nos relatórios do Saresp entre os anos de 2008 e 2011. A aplicação do questionário foi realizada em duas etapas e os participantes foram orientados a deixar registradas todas as anotações utilizadas para a resolução das questões. Como o objetivo da pesquisa era o de analisar os erros dos alunos nas questões relacionadas a Álgebra, foram utilizadas as categorias de classificação de erros propostas por Radatz, Movsbovitz-Hadar, Zaslavsky e Inbar como análise dos dados.

No que se refere ao erro, Gonçalves (2014) relata que segundo Radatz, os erros podem ser classificados em cinco categorias: 1) erros em razão das dificuldades de linguagem; 2) erros em razão das dificuldades para obter informação espacial; 3) erros em razão de uma aprendizagem deficiente de dados, habilidades e conceitos prévios; 4) erros em razão das associações incorretas ou da rigidez do pensamento; 5) erros em razão da aplicação de regras ou estratégias irrelevantes.

Também descreve que os pesquisadores Movsbovitz-Hadar, Zaslavsky e Inbar, em seus estudos nas escolas secundárias em Israel, apresentaram seis categorias dos erros mais comuns: 1) dados mal utilizados; 2) interpretação incorreta de linguagem; 3) inferências logicamente inválidas; 4) teoremas ou definições distorcidas; 5) falta de verificação da solução e 6) erros técnicos.

A análise dos resultados foi dividida em dois aspectos. O primeiro é relacionado aos erros cometidos pelos alunos:

[...] Dentre os erros cometidos alguns dos quais podem ser sanados mais facilmente, bastando para isso uma atenção do professor com relação à produção dos alunos. São erros mais simples, mas não deixam de preocupar, pois à medida que não são superados podem ser fonte de fracasso e desânimo para os alunos durante a sua vida escolar. Erros relacionados à regra de sinais, por exemplo, influenciaram no momento de se multiplicar binômios, eliminar parênteses e adicionar números inteiros. Erros ligados à divisão e multiplicação de números decimais, no que diz respeito à posição da vírgula, também contribuíram para que alguns alunos não conseguissem resolver algumas questões (GONÇALVES, 2014, p. 154).

Para essa análise, Gonçalves (2014), utilizou duas categorias propostas por Movsbovitz-Hadar, Zaslavsky e Inbar: a dos dados mal utilizados e a dos erros técnicos. O segundo aspecto refere-se às implicações do trabalho do professor. Assim, a pesquisa revela a

necessidade do ensino de linguagem e símbolos matemáticos, bem como, propostas intencionais que possibilitem a reconstrução de conceitos.

A última pesquisa encontrada para esta categoria foi a dissertação intitulada: “Um estudo sobre erros na resolução de equações do 1º grau com o *software Aplusix*”, de Franciele Rodrigues de Moraes, finalizada em 2013. O objetivo era o de investigar os erros e a superação pelos estudantes utilizando um *software* como ferramenta, considerando quais ações podem favorecer essa superação.

Como suporte teórico foi escolhida a teoria dos campos conceituais de Vergnaud:

[...] por ser uma teoria cognitivista que ajuda a compreender as dificuldades de apreensão de um conceito. Por meio da análise dos invariantes mobilizados pelos alunos, consegue-se identificar, mesmo que parcialmente, as dificuldades dos alunos, e os erros podem ser modelados no formato de teoremas em ação errôneos. Os invariantes, assim como os erros, não devem ser negados e sim identificados, analisados e usados para o benefício da aprendizagem do aluno (MORAES, 2013, p. 41).

A abordagem utilizada foi a pesquisa qualitativa. Os participantes da pesquisa foram alunos do 1º ano do Ensino Médio, e para a escolha dos participantes foi aplicado um questionário inicial, composto de questões mais amplas, como: “Você conhece algum *software* de matemática?”; “Quando não entende a matéria, o que faz?” (MORAES, 2013). Ao final, da escolha dos participantes foram trabalhadas atividades com foco nos conteúdos de Álgebra.

Para resolução das propostas foi utilizado um ambiente virtual de aprendizagem com momentos síncronos e assíncronos, com atividades relacionadas a resolução de equações de 1º grau. O *software Aplusix* foi escolhido por ser destinado à resolução de cálculos algébricos enquanto possibilidade de explorar conteúdos como: equações, inequações e outros; sua contribuição se dá, pois no processo de resolução das atividades o *software* valida os cálculos, indica a equivalência das etapas realizadas ou não, o que permite a reflexão sobre a ação.

Após a aplicação das atividades e análise dos resultados, a pesquisa revelou as dificuldades dos alunos em refletir sobre os seus erros, pois em sala de aula, tal reflexão não é potencializada enquanto estratégia pedagógica; o mais comum é a correção coletiva para apresentar resposta correta, o que não dá a oportunidade de o aluno identificar seu erro.

Para a análise dos resultados foi utilizada a metodologia de análise de conteúdo dos erros de Cury. Tal análise possibilita a reflexão da produção do aluno, uma vez que “[...] na análise das respostas dos alunos, o importante não é o acerto ou erro em si [...], mas as formas de se apropriar de um determinado conhecimento, que emergem na produção escrita e que podem evidenciar dificuldades de aprendizagem” (CURY, 2007, p. 63).

Segundo Moraes (2013), os estudos propostos por Cury, apresentam a abordagem de análise de erros como forma de identificá-los e classificá-los, para então utilizá-los como novas estratégias para superação dos obstáculos. Tal discurso, está apoiada na “Análise de erros” proposta por Borasi.

Nessa perspectiva, Moraes (2013) concluiu que o *uso do software Aplusix*, contribuiu para análise dos erros dos alunos, porém não foi possível perceber indícios de superação no que se refere as equações de 1º grau. A autora sugeriu novas investigações com mais tempo de acompanhamento para percepção da superação do erro, se fosse o caso. Segundo Moraes (2013) ficou o questionamento sobre como deve ser pensado o uso de um *software* que permita considerar o trabalho individual do aluno.

Antes de finalizar esta seção, como forma de complementar a categoria, ao ler trabalhos do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática (PUC-SP) sobre o uso reconstrutivo do erro, decidimos utilizar a pesquisa de mestrado profissional de Junior Teodoro da Silva, intitulada “O uso reconstrutivo do erro na aprendizagem de simetria axial: uma abordagem a partir de estratégias pedagógicas com uso de tecnologias”, finalizada em 2010, pois traz aportes importantes sobre estratégias ligadas a análise do erro na aprendizagem. Uma das questões norteadoras da pesquisa foi:

De que maneira os erros e dificuldades de aprendizagem, encontradas no processo de ensino e aprendizagem de simetria axial, pode ser utilizado como elementos para uma abordagem reconstrutiva do conhecimento, tendo por base uma estratégia pedagógica com o uso de TICs e de outras tecnologias? (SILVA, 2010, p. 20).

No capítulo 1, o autor discorre sobre as transformações geométricas no plano e o Ensino Fundamental. Para tal, inicia com definição de isometria de Ledergeber-Ruoff, em seguida, Silva (2010) relata os conteúdos que se referem ao tema, indicando que na transformação a isometria conserva a colinearidade de pontos, a ordem dos pontos em uma reta, o paralelismo de retas, o perpendicularismo de retas. Ainda sobre a isometria, Silva (2010) destaca as seguintes subdivisões: reflexão em uma reta ou simetria axial; reflexão por deslizamento; translação de um determinado objeto geométrico (direção e sentido); rotação em torno de um ponto (simetria central).

Por meio de análise dos documentos norteadores nacionais, como Leis de Diretrizes e Bases (1996) – LDB; Parâmetros Curriculares Nacionais – Matemática: Ensino de quinta a oitavas série (1997) – PCN e de livros didáticos, Silva (2010, p. 57) conclui que “[...] fica

perceptível a ênfase na 5ª série através da apresentação de figuras que apresentam eixo de simetria e figuras simétricas duas a duas”.

A abordagem de pesquisa foi a qualitativa na modalidade de análise de conteúdo e os participantes foram 30 alunos de uma classe de sexto ano na cidade de Guarulhos. Os dados foram coletados por meio de atividades de geometria divididas em duas fases. Na primeira fase, a sequência de atividades eram relativas à simetria axial e tinham como objetivo analisar os processos de construção e estratégias relacionadas a uma abordagem reconstrutiva sobre a temática.

Para a primeira fase, foi considerada a ideia de uso reconstrutivo do erro. Aqui, Silva (2010) cita que para Perrenoud aprender não é somente memorizar, mas reestruturar o sistema de compreensão do mundo; essa reestruturação ocorre a partir de um trabalho representativo, para, assim, transpor os obstáculos. O autor, também descreve os estudos de Pinto e relata que conceber o erro como parte do processo de aprendizagem muda a forma do educador avaliar, pois a avaliação passa a ter um caráter analítico, ou seja, permite compreender a aprendizagem do sujeito e como ele age a partir disso, buscando regular sua aprendizagem.

Na segunda fase, de acordo com Silva (2010) o instrumento utilizado foi preparado a partir da análise dos erros na primeira fase e os alunos utilizaram o *software Geogebra* como ferramenta tecnológica para realização das atividades. O objetivo dessa etapa estava em comparar as duas fases, na perspectiva de reconstrução a partir de uma estratégia didática com o uso de tecnologia.

Para construção do instrumento de pesquisa, o autor utilizou, como aporte teórico, as fases da Teoria das Situações Didáticas (TSD) de Guy Brousseau: **ação; formulação; validação e institucionalização**. Já na etapa seguinte, a proposta foi construída para os alunos utilizarem o *software Geogebra*; assim foram utilizadas as representações destacadas por Duval, a partir das quais se procurou identificar a ocorrência de apreensão discursiva; apreensão sequencial; apreensão perceptiva e apreensão operatória. Também foram utilizadas propostas para estratégias pedagógicas a partir do uso das tecnologias, como indicado por Oliveira (2009).

Na análise dos dados coletados, Silva (2010) concluiu que a manipulação de instrumentos como régua, compasso e outros semelhantes necessitam de técnicas específicas e que tal conhecimento concorre para fomentar a fluência no uso de outras interfaces, como as de caráter tecnológico digital. Entretanto, as dificuldades que aparecerem no processo se constituem como obstáculos, tanto na execução da tarefa quanto na consolidação dos conceitos de simetria axial. Outro ponto da análise se refere a mobilização de conhecimentos prévios e o autor conclui que:

[...] boa parte dos sujeitos não conseguiu recuperar os conceitos já estudados e que deveriam fazer parte da sua estrutura de conhecimentos. De certa forma, a primeira atividade concorreu para resgatar conceitos e trabalhar inicialmente alguns pressupostos necessários à compreensão do tema em estudo. Quando isto foi feito, apareceram os erros, encarados como ocorrências aproveitáveis à aprendizagem utilizado em seu aspecto reconstrutivo, quando da apresentação do segundo instrumento[...] a comparação entre resultados obtidos no caderno e no computador apresentou novos significados para os alunos quantos ao uso da régua, do compasso e de outros instrumentos (SILVA, 2010, p. 134-135).

As pesquisas aqui relatadas têm como ponto comum a relevância do estudo e análise dos erros. Para os alunos, enquanto instrumento de reflexão de sua ação para superação dos obstáculos epistemológicos, e para os professores, enquanto elemento de compreensão, valorização e reflexão acerca dessas ocorrências como possibilidade pedagógica para a construção do conhecimento.

Nas pesquisas de Souza (2017) e Santos (2015), o “erro” foi observado e reconhecido pelos educadores, não há uma “rejeição”; entretanto, não foram utilizados como objeto de reflexão e nem de forma sistemática para superação dos obstáculos. O trabalho de Gonçalves (2014) acrescenta a esta pesquisa um aporte importante referente às categorias de classificação do erro proposta por Radatz e por Movsbovitz-Hadar, Zaslavsky e Inbar, o que proporciona uma reflexão do erro do educando para tomada de decisões pedagógicas. Já no trabalho de Moraes (2013), os estudos de Cury apresentam uma abordagem de identificação e análise do erro como estratégia para a superação do obstáculo, apoiado na proposta de análise de erro de Borasi.

No trabalho de Silva (2010), o aporte teórico foi pautado nos estudos de Perrenoud e o “aproveitamento do erro”, em uma perspectiva reconstrutiva e nas fases a Teoria das Situações Didáticas enquanto processo de aprendizagem.

Os trabalhos encontrados nesta categoria contribuem para a pesquisa, de forma que, somente reconhecer o erro não é o suficiente para que o estudante possa superá-lo. O reconhecimento é somente o início do processo de construção de um determinado conhecimento. Para tal, se faz importante que o professor reconheça, analise, tome decisões pedagógicas intencionais, a fim de que o estudante tenha condições de refletir reconhecer, sobre a sua aprendizagem.

2.1.2 Avaliação da aprendizagem

Para deixar destacado o foco desta categoria da revisão de literatura, cabe diferenciar as noções de verificação e avaliação. Luckesi (2011) indica que os termos “verificar” e “avaliar” têm significados distintos – nessa pesquisa, várias referências são feitas à avaliação da aprendizagem, o que torna essa distinção importante.

O termo verificar provém do latim *verum facere* e significa “fazer verdadeiro”. De outro modo, segundo Luckesi (2011, p. 52), o conceito de verificação:

[...] emerge das determinações da conduta de, intencionalmente, buscar “ver se algo é isso mesmo...”, “investigar a verdade de alguma coisa...”. O processo de verificar configura-se pela observação, obtenção, análise e síntese dos dados ou informações que delimitam o objeto ou ato com o qual se está trabalhando.

[...] Por si, a verificação não implica que o sujeito retire dela consequências novas e significativas.

A palavra avaliar provém do latim *a-valere*, “dar valor a...”. O conceito de avaliação, na visão de Luckesi (2011, p. 52), “[...] é formulado a partir das determinações da conduta de atribuir um valor ou qualidade a alguma coisa, ato ou curso de ação; neste sentido o ato de avaliar não se encerra após a atribuição”.

Ampliada a ideia de avaliação, e baseado também nas dimensões de avaliação de Perrenoud (1999) foram utilizados como termos de busca para esta categoria: *avaliação, aprendizagem, formativa e reguladora*.

Em um primeiro momento, a busca não foi efetiva, devido à diversidade de trabalhos encontrados. Nesse sentido, no dia dezessete de dezembro de 2020, com o auxílio do operador booleano “AND e OR”, procuramos pesquisas da seguinte forma: **Avaliação AND aprendizagem AND (formativa OR reguladora)**. Foram encontrados na base de dados da CAPES 12902 resultados e, no dia cinco de janeiro de 2021, na plataforma BTDT, 7004 resultados.

Como refinamentos da pesquisa, para exclusão de trabalhos, utilizamos os seguintes critérios: pesquisas realizadas nos últimos dez anos (2010-2019); programas: Educação Matemática e Educação Matemática e Tecnológica, somando 19 trabalhos entre as duas bases de dados. Decidimos, como última exclusão, recorrer aos títulos que possuem ao menos três das palavras utilizadas nos termos de busca (avaliação, aprendizagem, formativa, reguladora), sobrando, assim, quatro trabalhos.

Após a leitura da dissertação de mestrado intitulada “Avaliação da aprendizagem na educação on-line: aproximações e distanciamentos para uma avaliação formativa-reguladora”, de autoria de Claudia Simone Almeida de Oliveira, defendida em 2010, decidimos por excluí-la dessa revisão, pois, apesar de contribuir com as questões referentes a avaliação da aprendizagem a partir das ideias de Perrenoud, o foco eram cursos na modalidade de Ensino a Distância (EaD) e sua estrutura avaliativa, e não na avaliação da aprendizagem no que se refere a conhecimentos matemáticos.

Na dissertação de Luís Fernando Pacheco Pereira (2017), de título “Avaliação formativa com enfoque na autorregulação de estudantes do princípio fundamental da contagem (PFC) aplicada a um curso superior de tecnologia da informação”, o objetivo foi a verificação de uma técnica de utilização de tecnologias de informação e comunicação (TIC) como ferramenta de aplicação da avaliação formativa; suas contribuições, avaliação das percepções dos alunos e professor no que se refere ao envolvimento e interesse no princípio fundamental da contagem.

Como forma de atender os objetivos, foi proposto o seguinte problema de pesquisa: “a aplicação de uma técnica de avaliação formativa para o estudo do Princípio Fundamental de Contagem (PFC) em um curso superior de graduação em Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas (TADS) gera mais interesse e desenvolvimento por parte dos alunos?” (PEREIRA, 2017, p. 20).

O quadro teórico da pesquisa contribui com os nossos estudos, pois tratou das questões avaliativas, sua função e os tipos de avaliação a partir das ideias de Perrenoud e Hadji.

O autor cita que segundo Perrenoud, a avaliação pode contribuir com a aprendizagem do sujeito ou estigmatizar o seu desempenho de forma negativa. Entretanto, daremos ênfase às discussões sobre a avaliação enquanto objeto de reflexão da prática docente e tomada de decisão.

Outros estudos citados no trabalho de Pereira (2017) que contribui para esta pesquisa no que refere a avaliação é do filósofo Hadji, que relata que um dos objetivos de avaliar é o de acompanhar a aprendizagem do aluno; nesse sentido, o professor colabora na construção de saberes e competências relacionadas ao componente curricular. Entretanto, Hadji (2001, p.10) destaca que ainda há muito o que se discutir sobre o processo avaliativo, a fim de romper com os estigmas do passado de “medição” do conhecimento.

O processo avaliativo tem como uma de suas funções orientar o professor na tomada de decisão, e como relata Hadji (2001), a avaliação também é um componente do processo de

ensino. O foco da dissertação perpassa pelas questões da **avaliação formativa**, entretanto segundo Hadji (2001) não há como isolar esta dos outros processos avaliativos:

A avaliação situa-se no centro da ação da formação. É então chamada de **formativa**. Por quê? Porque sua função principal é – ou, pois tudo encontra-se aí, deveria ser logicamente – contribuir para uma boa **regulação** da atividade de ensino (ou de formação, no sentido amplo). Trata-se de levantar informações úteis à regulação do processo ensino/aprendizagem. E vê-se bem que é aquilo a serviço do que é colocada que permitirá julgar a “formatividade” de uma avaliação. Apenas o lugar em relação à ação não basta, pois, toda avaliação, mesmo no centro da ação não basta, tem uma **dimensão cumulativa**. Sempre se faz o balanço das aquisições dos alunos. E toda avaliação tem – ou deveria ter, em um contexto pedagógico – **uma dimensão prognóstica**, no sentido que conduz – ou deveria conduzir – a um melhor ajuste ensino/aprendizagem (HADJI, 2001, p. 19-20, grifo nosso).

Outro ponto do marco teórico que contribui e converge como umas das categorias escolhidas na fundamentação, é a ideia de **autorregulação** que, segundo Perrenoud (1999), leva o aluno a refletir sobre a sua aprendizagem e buscar soluções para superar dificuldades e avançar na construção do seu conhecimento. Para tal, é necessário que o professor tenha claro esse conceito, comunicando ao aluno suas dificuldades e orientando como superá-las.

Como forma de contemplar o objetivo da pesquisa e implementar uma avaliação formativa, foi criado, enquanto instrumento, um ambiente on-line com o intuito de que os participantes da pesquisa respondessem às questões relacionadas ao PFC, recebendo as devidas devolutivas dos professores, e um espaço para os comentários dos alunos.

Os participantes da pesquisa foram alunos do nível superior do curso de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas (TADS) e do curso de Tecnologia em Gestão de Tecnologias da Informação (TGTI) da Universidade Anhanguera de São Paulo, cursistas do primeiro e segundo semestre de duas instituições diferentes.

Após as análises das percepções dos alunos e das entrevistas, o autor concluiu que:

[...] a aplicação dessa técnica de avaliação formativa despertou, nos alunos participantes, maior motivação, engajamento e satisfação, pois esses participantes sugeriram que esse tipo de avaliação contínua, com feedbacks e resoluções, fosse incluído no sistema formal de ensino. Além disso, os alunos participantes puderam identificar as eventuais lacunas de conhecimentos [...] (PEREIRA, 2017, p. 116).

O pesquisador sugeriu um olhar da instituição para a prática avaliativa formativa como forma de regulação do curso, por meio da evolução do instrumento da pesquisa.

Outra pesquisa desta categoria é a dissertação de Matheus Couto de Oliveira (2016), com o título “Uma prática de avaliação formativa em ambientes virtuais: processos de regulação

e autorregulação da aprendizagem em um curso de matemática a distância”, contribui com a nossa pesquisa no que tange aos conceitos de **regulação** e **autorregulação** da aprendizagem.

O contexto relatado no trabalho de Oliveira (2016), se deu em um curso de licenciatura em Matemática na modalidade EaD, a partir de alguns questionamentos que o inquietavam como: quais especificidades de recursos digitais favorecem a regulação e autorregulação dos alunos? Quais dificuldades surgem durante o processo? Assim, foi proposta a seguinte questão de pesquisa:

De que forma uma prática de avaliação formativa em um ambiente virtual de aprendizagem pode favorecer os processos de regulação e autorregulação da aprendizagem em uma disciplina de um curso de Licenciatura de Matemática a distância? (OLIVEIRA, 2016, p. 20)

O trabalho teve como objetivo: “analisar uma prática de avaliação da aprendizagem, identificando potencialidades de ações e tecnologias digitais que favoreceram a regulação e autorregulação da aprendizagem” (OLIVEIRA, 2016, p.21). Os participantes da pesquisa foram oito alunas da disciplina de “Instrumentação para Pesquisa de Prática de Ensino em Matemática III”, da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul.

Como no trabalho de Pereira (2017), os autores utilizados para a discussão dos aspectos da avaliação da aprendizagem foram Hadji, Perrenoud, porém, além deles, Oliveira (2016) também utilizou as ideias de Luckesi no que diz respeito a avaliação enquanto regulação e orientação.

Como forma de dar suporte para esta pesquisa utilizaremos do trabalho de Oliveira (2016), os aspectos que se referem à regulação da aprendizagem e à autorregulação. Para tal, o autor apoia-se nos estudos de Perrenoud, e relata a regulação como um conjunto de operações metacognitivas do sujeito, bem como as interações dele com o meio que modificam seus processos de aprendizagem – essa regulação é denominada externa; já a autorregulação se constitui a partir dos processos internos de orientação do sujeito durante o seu processo de aprendizagem. Em suma, a regulação se faz importante, desde que o foco esteja nas práticas avaliativas que oportunizem o sujeito conscientizar-se do seu processo de aprendizagem, o que diz respeito à autorregulação. Um dos pontos principais da avaliação formativa com foco na autorregulação é criar práticas que possibilitem ao aluno refletir sobre o seu aprender.

No referencial, Oliveira (2016) descreve que desenvolver a capacidade de autorregulação é um processo construído durante a vida, segundo Zimmerman, e envolve as experiências vividas. No que se refere às dimensões cognitivas, o autor revela que a

autorregulação enquanto processo cíclico ocorre em três fases: *previsão*, onde o aluno antecipa estratégias para a resolução; a fase de *desempenho*, quando o aluno coloca em prática suas estratégias metacognitivas, e a fase de *autorreflexão*, que se refere às análises dos resultados obtidos pelo aluno a partir das decisões tomadas, de modo que possa avaliar a própria aprendizagem.

A abordagem a pesquisa utilizada foi a qualitativa, tendo como instrumentos as ferramentas disponíveis na Plataforma Moodle³, com tarefas síncronas e assíncronas referentes a disciplina de “Instrumentação para Pesquisa de Prática de Ensino em Matemática III”, que envolviam recursos tecnológicos como *VMTCG (Virtual Math Teams com GeoGebra)*, *hangout* para webconferências e *messenger* para troca de mensagens instantâneas.

Para a prática avaliativa, foi criado um espaço denominado “Diário da Disciplina”, cujo objetivo era o relato das expectativas, estratégias, dificuldades e percepções da aprendizagem pela ótica dos alunos, norteados por questões direcionadoras à tal reflexão. O papel do professor nesse processo era o de fornecer *feedbacks* sobre a aprendizagem.

Na análise dos resultados, Oliveira (2016) concluiu que a proposta “Diário da Disciplina” favoreceu os processos de regulação e autorregulação da aprendizagem. Segundo os relatos, os *feedbacks* se constituíram como elementos de reflexão para transpor as dificuldades. Entretanto, ficou evidenciada a baixa frequência na plataforma Moodle e relatos sucintos por parte de alguns alunos, o que dificultou a compreensão do professor sobre o processo de aprendizagem, comprometendo os *feedbacks*. Sugere-se novos estudos sobre as práticas de avaliação em Ambientes Virtuais de Aprendizagem.

Dentre os trabalhos localizados para essa categoria está a tese de Claires Marcele Sada (2017), de título “A avaliação da aprendizagem na licenciatura em Matemática: o que dizem os documentos, professores e alunos?”. O objetivo geral foi a investigação sobre a avaliação da aprendizagem, o que consta nos documentos norteadores e a visão dos professores e alunos em cursos de licenciatura em matemática em universidades federais brasileiras sobre o tema.

Assim, a pesquisa tinha a intenção de “[...] investigar o que dizem documentos, professores e alunos sobre a avaliação da aprendizagem na formação inicial do professor de matemática” (SADA, 2017, p. 32).

Apesar de não apresentar um objeto matemático específico, esse estudo possui aportes que contribuem com a nossa pesquisa ao analisar como a avaliação da aprendizagem é vista nos cursos de licenciatura (formação inicial do professor), a partir do levantamento de elementos

³ Plataforma livre para criação de cursos em um Ambiente Virtual de Aprendizagem.

acerca da avaliação como aspecto importante do processo de ensino e aprendizagem enquanto componente curricular.

A pesquisa ocorreu envolvendo professores e alunos de cinco universidades federais, uma de cada região do Brasil. A abordagem utilizada foi a qualitativa, e os instrumentos foram entrevistas semiestruturadas, uma para os alunos e a outra para os professores; também foram analisados os projetos políticos pedagógicos das instituições.

O referencial teórico da pesquisa abordou diferentes aspectos, como o papel do formador nos cursos de licenciatura, avaliação da aprendizagem sob o ponto de vista jurídico, a evolução do conceito de avaliação, a importância de avaliar, tipos e objetivos de avaliação.

A partir da análise dos dados, a pesquisa revela que quatro dos cursos pesquisados não oferecem espaço intencional para a avaliação da aprendizagem enquanto componente curricular: as discussões não são sistemáticas. Essa impressão foi percebida tanto na análise das entrevistas quanto nos documentos consultados. O desempenho dos alunos é apurado no formato de prova, exercícios e seminários, em um aspecto de verificação de aprendizagem.

Ao final das leituras dos trabalhos dessa categoria, conclui-se que os estudos que se referem à avaliação da aprendizagem têm como foco desmitificar a avaliação excludente e classificatória, uma trajetória no contexto educacional brasileiro que ainda necessita de estudos e discussões. Observa-se, também, que o ato de avaliar envolve ação, do educador e do educando: dessa forma, um único tipo de avaliação não contempla a regulação da aprendizagem, como se discorre a seguir.

2.1.3 Regulação da Aprendizagem

Na categoria anterior, os trabalhos de Pereira (2017) e Oliveira (2016) convergem para a discussão acerca da regulação da aprendizagem, o que influenciou diretamente na escolha dessa categoria – a ideia do “erro” como parte do processo de regulação da aprendizagem.

Segundo Hadji (1994), a ideia de regular se refere à ação de refletir sobre algo construído a partir das intervenções do outro. Já Perrenoud (2000, p. 77), afirma que a regulação da aprendizagem é um processo. Nesse sentido, por exemplo, seria “[...] legítimo incitar uma criança a se interrogar, a fazer projetos, realizá-los, avaliá-los, com a condição de lembrar que este é um longo caminho [...]”.

De acordo com Oliveira (2007), tanto Perrenoud quanto Luckesi indicam que a regulação das aprendizagens seria a finalidade primordial da avaliação. Nesse sentido, para o

autor, a avaliação formativa seria o instrumento e, ao mesmo tempo, a estratégia fundamental para essa regulação, a partir do deslocamento do plano coletivo para o individual:

Assim como Luckesi, Perrenoud propõe a individuação do processo avaliativo, na consideração da pessoa que aprende e suas particularidades. Perrenoud indica a necessidade de deslocar a regulação dos contextos pedagógicos para o âmbito das aprendizagens (no lugar das hierarquias), e individualizar esta mesma regulação (OLIVEIRA, 2007, p. 64).

Para esta categoria foi utilizado o termo de busca “*regulação da aprendizagem*”. No dia 20 de dezembro de 2020, foram encontrados, na base de dados da CAPES, 41 resultados; além desses, 21 trabalhos foram achados na plataforma BTDT.

Para exclusão dos trabalhos, foram utilizados os seguintes critérios: últimos dez anos (2010-2019); Programas: Educação Matemática e Ensino de Ciências e Educação Matemática; "Regulação da aprendizagem" no título. Após o refinamento da pesquisa, foram encontrados três trabalhos; entretanto, o trabalho do pesquisador Matheus Couto de Oliveira já havia surgido nas buscas da categoria **avaliação da aprendizagem**.

A tese de Marcele Tavares Mendes (2014), sob o título “Utilização da prova em fases como recurso para regulação da aprendizagem em aulas de cálculo” tinha como objetivo principal investigar o uso da prova em fases como recurso para a regulação da aprendizagem. Os participantes da pesquisa foram 48 alunos de uma universidade pública, matriculados na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral I, no curso de Engenharia de Materiais (MENDES, 2014). A abordagem da pesquisa foi a qualitativa e o instrumento utilizado, a Prova em Fases, uma adaptação da Prova de Duas Fases, instituída por De Lange (1987).

A prova de Duas Fases possui questões abertas (descritivas). A primeira fase assemelha-se às provas tradicionais com questões realizadas dentro de um tempo pré-estabelecido, corrigidas pelo professor e devolvidas aos alunos contendo o resultado e os devidos apontamentos dos erros mais aparentes. Nessa fase, é possível observar o que os alunos sabem ou não sabem, entretanto, não há reflexão sobre os conhecimentos,

Segundo De Lange (1987), na segunda fase, a ênfase está no que o aluno sabe, já que tem a possibilidade de refletir a partir dos comentários realizados pelo professor e refazer as questões em casa, o instrumento de avaliação “prova”, passa a ter um caráter didático que oportuniza a reflexão sobre a aprendizagem.

No que se refere ao conceito de regulação da aprendizagem, Mendes (2014) utiliza como fundamentação teórica as ideias de Hadji, que define regulação como uma operação de condução à uma ação apoiada em um retorno, um “feedback”, para, então, refletir e reajustar a

ação. Sendo assim, ao considerá-la como elemento da avaliação, a regulação da aprendizagem contribui para o ajuste das dificuldades encontradas na ação. Para Hadji (1994), dentro das funções da avaliação da aprendizagem.

Segundo Mendes (2014) a regulação tem como objetivo orientar o estudante a observar, refletir e verificar as possíveis dificuldades relacionadas à construção do seu conhecimento, e ocorre durante o processo de aprendizagem. Entretanto, essa ação de regular não é exclusivamente função do estudante: neste processo, o papel do professor é fundamental (ensino), com o objetivo de possibilitar a construção da autonomia do aluno.

A partir desse modelo, Mendes (2014) elaborou o instrumento de pesquisa, baseado no conteúdo do programa da disciplina de Cálculo Diferencial e Integral I, com o total de 25 questões, trabalhadas em dez fases. Ao analisar as produções escritas dos alunos, foi possibilitado a tomada de decisão, a fim de favorecer o aprendizado, e, ao aluno, a oportunidade de refletir sobre os erros e reconstruir a aprendizagem acerca da qual o erro foi cometido. Entretanto, no que se relacionou ao processo de ensino, o desafio ocorreu na elaboração de “boas” questões e intervenções individuais, já que demandou um tempo considerável do trabalho docente.

Na dissertação de Michelly Cássia de Azevedo Marques, de título “Avaliação como processo de comunicação e regulação da aprendizagem de equações do 1º grau: contribuições da produção escrita do 1º ciclo do ensino fundamental”, concluída em 2012, apresentou, enquanto principal objetivo, o desenvolvimento de um processo avaliativo envolvendo a língua materna como forma de registro feito pelos alunos nas aulas de Matemática, no que se refere as equações de 1º grau.

A abordagem utilizada foi a qualitativa e os participantes da pesquisa foram vinte e sete alunos do 7º ano, de uma escola privada na cidade de Campina Grande, Paraíba. Os instrumentos utilizados na coleta dos dados foram registros individuais dos alunos, relatórios a partir da atividade, autoavaliação e diário de campo do docente. Para tal, a autora elaborou uma sequência de atividades com a proposta de incentivar a produção escrita na língua materna e o uso da linguagem matemática.

No que se refere à avaliação, a pesquisadora utilizou, como apoio teórico, os estudos de Hoffman, enquanto necessidade de superar a ideia de avaliação como acerto e erro, assumindo-a como um momento para o aluno expressar suas ideias e como um instrumento de acompanhamento da aprendizagem. Quanto à desmitificação da avaliação como instrumento de medida, a pesquisadora utilizou as ideias de Luckesi, para aspectos da avaliação reguladora, enquanto procedimento de análise da aprendizagem, que se desenvolve em situações de

incertezas com espaço para a discussão da dúvida, a pesquisadora utilizou os estudos de Hadji.

A partir da aplicação das atividades e análise dos dados, Marques (20123) conclui que a produção escrita dos alunos contribuiu na reflexão do seu processo de aprendizagem, já que os alunos, ao justificarem suas ideias por meio da escrita, recorreram aos conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais. Entretanto, na comunicação escrita a dificuldade em utilizar o vocabulário matemático, podem interferir na comunicação das ideias, o que foi um dificultador. No processo de ensino, os professores tiveram a oportunidade de intervir de forma mais individualizada, observar avanços e dificuldades, refletir sobre a prática no que se refere às mudanças no planejamento.

2.1.4 Valor posicional do número no sistema numérico decimal

Esta categoria tem por objetivo investigar os trabalhos relacionados ao sistema de numeração decimal (SND) e, conseqüentemente, o valor posicional do número no sistema.

Na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), está previsto, na área de *Matemática – Anos Iniciais*:

[...] o desenvolvimento de habilidades no que se refere à leitura, escrita e ordenação de números naturais e números racionais por meio da identificação e compreensão de características do sistema de numeração decimal, sobretudo **o valor posicional dos algarismos** [...] (BRASIL, 2018, p. 268-269, grifo nosso).

Para esta categoria foi utilizado o termo de busca: “valor posicional”. No dia 18 de dezembro de 2020, foram encontrados, na base de dados da CAPES, 18 resultados; e no dia 20 de dezembro de 2020 na plataforma BTDT, 12 trabalhos.

Os critérios utilizados para a exclusão dos trabalhos foram: últimos dez anos (2010-2019); Programas: Educação e Educação Matemática; e o termo "Valor posicional" no resumo. Após o refinamento da pesquisa foram encontrados quatro trabalhos.

Um dos trabalhos encontrados para esta categoria foi a tese de Elenir Terezinha Paluch Soares, intitulada “O sistema de numeração decimal: proposições de Dienes e a Cultura escolar paranaense (1960-1989)", defendida em 2014. A questão de pesquisa, “[...] que impacto tiveram as propostas de Zoltan Paul Dienes relativamente ao ensino do sistema de numeração decimal, na cultura escolar paranaense?” (SOARES, 2014, p. 21), foi levantada a partir do objetivo de analisar os estudos de Dienes e as suas contribuições para a educação matemática dos anos iniciais do Paraná entre as décadas de 1960 e 1989.

A abordagem utilizada foi o ferramental teórico-metodológico da História Cultural, com o objetivo de elucidar, por meio do estudo historiográfico, a contribuição dos estudos de Dienes para a história da educação matemática.

No referencial teórico, Soares (2014) descreve a trajetória e contribuições de Dienes no qual ele e outros matemáticos desenvolveram pesquisas na Inglaterra conhecidas como *Leicestershire Mathematics Project*, as quais trouxeram mudanças no trabalho com o sistema de numeração decimal em diversas bases e a introdução de forma progressiva das quatro operações, com o uso do suporte de “material concreto”.

Em seu trabalho Soares (2014), descreve que matemática não pode ser considerada somente um conjunto de técnicas; nesse sentido, pode ser vista como uma estrutura de relações e destaca que para Dienes, o conceito de número é construído a partir das experiências iniciais no manuseio de objetos separados e a organização desses em grupos. Nessa perspectiva, número é uma abstração, e possui propriedades; por isso, a importância da construção do conceito de número. A proposta dos seus estudos parte da ideia da variação de atividades e o uso de materiais estruturados a fim de criar situações de aprendizagem nas quais a criança possa agrupar e contar com diferentes bases e trabalhar com diferentes símbolos para representar as quantidades como forma de consolidar o princípio da conservação, construir a noção de sequência numérica com a ideia de “adicionar mais um” e não de “emprestar do número vizinho”, conceitos estes que se referem ao “valor posicional” dos algarismos.

Nas considerações finais da tese, Soares (2014) concluiu, a partir dos trabalhos do Núcleo de Estudos e Difusão do Ensino da Matemática (NEDEM), fundado em 1962, que as proposições teórico-metodológicas de Dienes foram difundidas no estado do Paraná por meio de cursos de professores, tanto na capital quanto no interior, e a construção de materiais didáticos com tratamento metodológico a partir de manipulação de materiais e construção da noção de número.

Outro trabalho encontrado para composição dessa revisão é a dissertação da pesquisadora Aline Tafarelo Tracanella, concluída em 2018, com o título “O sistema de numeração decimal: um estudo sobre o valor posicional”.

O objetivo dessa pesquisa foi o de investigar quais conhecimentos são mobilizados por alunos do quarto ano do Ensino Fundamental acerca do valor posicional do número no SND e sobre a compreensão do número zero nesse mesmo sistema. Para tal, Tracanella (2018), utilizou, como aportes teóricos, os estudos de Piaget e Szeminsk, no que se relaciona à construção do número pela criança, com base nas premissas da epistemologia genética. Outros referenciais importantes vieram dos trabalhos de Kamii, com relação a construção do conceito

de números, e, para as discussões que perpassam a construção das propriedades referentes ao sistema de numeração decimal (SND) foi utilizada a pesquisa de Lerner e Sadovsky.

Sobre a construção do número, Tracanella (2018) utilizou as investigações de Piaget e Szeminska realizada com crianças que envolviam as relações mentais entre as representações (objetos) e o mundo, pois essas construções são constituídas por processos internos fundamentais na elaboração dos conceitos matemáticos.

No que se refere aos conhecimentos do Sistema de numeração decimal, Tracanella (2018), utiliza as pesquisas de Lerner e Sadovsky, Zunino e Fayol e conclui que a construção das propriedades do SND pela criança é um processo longo e complexo, sendo que a representação oral difere da escrita numérica; outro ponto importante é o valor posicional do número no SND e o número zero, já que a posição do algarismo influencia em seu valor na representação de um número.

A abordagem da pesquisa foi qualitativa e o instrumento piloto foi uma sequência de atividades, seguida de entrevista semiestruturada, aplicadas a um aluno do terceiro e outro do quarto ano do Ensino Fundamental – Anos Iniciais. Após a análise do instrumento piloto e da entrevista, a autora decidiu pela continuidade da investigação apenas com educandos do quarto ano, por compreender que observariam melhor os conhecimentos mobilizados na resolução das atividades.

O instrumento de pesquisa definitivo foi aplicado com seis alunos. As atividades eram compostas por questões que envolviam o valor posicional do número, sequência numérica e a justificativa de suas respostas. Dois alunos mobilizaram conhecimentos sobre a sequência numérica próximos aos conhecimentos explicitados na pesquisa de Lerner e Sadovsky, outro ponto da análise foi a utilização dos conhecimentos prévios e experiências do aluno ao comparar a escolha do maior número com a idades dos colegas.

Ao final, Tracanella (2018) concluiu sobre a importância de os docentes polivalentes proporem ações pedagógicas que potencializem o aprofundamento dos conhecimentos referentes ao conjunto dos números naturais, bem como explorem as características do sistema de numeração decimal.

A dissertação de Ivonildes dos Santos Milan, finalizada em 2017, com o título “O ensino do sistema de numeração decimal nas séries iniciais do ensino fundamental: as relações com a aprendizagem do sistema posicional”, tinha como foco os seguintes questionamentos: “[...] o que sabem os alunos do segundo ano do ensino fundamental sobre o valor posicional? Como interagem com uma situação didática, construída a partir da Didática da Matemática, a relevância das discussões coletivas nesse processo?” (MILAN, 2017, p. 20)

A abordagem de pesquisa utilizada foi inspirada na Engenharia Didática proposta por Artigue e o instrumento de pesquisa se deu a partir da utilização de uma sequência didática aplicada a três turmas, todas do segundo ano do ensino fundamental, de uma escola pública na cidade de São Paulo.

No primeiro capítulo intitulado “O Sistema de Numeração Decimal”, Milan (2017) aborda o trabalho de Kamii e Declarck, no que se refere a complexidade da aprendizagem do valor posicional. Segundo as autoras, a criança entre 6 e 7 anos está em processo de construção do sistema numérico, por meio da abstração reflexiva. Autoras como Lerner e Sadovsky destacam dificuldades na compreensão do SND e a apropriação da escrita numérica (notação).

Para a construção da sequência didática, o aporte teórico utilizado foi a Teoria das Situações Didáticas de Brousseau, “[...] que pretende uma aproximação dos alunos na compreensão sobre o valor posicional” (MILAN, 2017, p.26).

As atividades da sequência didática foram realizadas em alguns momentos em grupo e em outros de forma individual; o foco era a “estimativa” dos resultados de adições, como, por exemplo, $18 + 15$ (MILAN, 2017). Na análise, apareceram estratégias como “conta armada”, contagem e decomposição. As atividades seguintes tinham caráter de aprofundamento.

Ao final da aplicação da sequência didática, Milan (2017, p. 96) conclui que:

[...] os alunos avançaram muito pouco, se no atentarmos apenas aos acertos e erros. No entanto, quando analisamos a participação e a contribuição dos alunos durante a intervenção da pesquisadora nos grupos e nas discussões coletivas, a conclusão muda sensivelmente.

[...] as discussões nos grupos e coletivas que suscitaram análise, reflexões, confrontos, revisões, entre outros, possibilitando que os alunos abancassem em seus saberes.

O último trabalho encontrado nessa categoria foi a dissertação de Elenir Honório do Amaral (2015), intitulada “Sistema de numeração decimal: conhecimentos profissionais e práticas escolares de professores do 2º e 3º ano do 1º ciclo do ensino fundamental”. O foco era o de responder à seguinte questão de pesquisa: “que conhecimentos profissionais sobre o Sistema de Numeração Decimal são manifestados por professores do 2º e 3º anos do Ensino Fundamental e como desenvolvem práticas escolares relacionadas a este conteúdo numa escola da rede municipal de Cuiabá?” (AMARAL, 2015, p.80).

A abordagem utilizada na pesquisa foi a qualitativa, do tipo estudo de caso; como instrumentos, foram utilizados o diário de campo, com o objetivo de registrar as observações do contexto das aulas de Matemática, e a entrevista semiestruturada. A primeira fase consistiu

na revisão de literatura sobre a temática como forma de subsidiar a pesquisa de campo, denominada “fase exploratória”.

A pesquisa foi realizada em uma escola municipal de Educação Básica no município de Cuiabá e o público-alvo foram duas professoras que lecionam matemática, uma do segundo e outra do terceiro do Ensino Fundamental – Anos Iniciais.

No primeiro capítulo da pesquisa de Amaral (2017), observamos elementos importantes para esse trabalho, como o modelo teórico proposto por Shulman que se refere aos conhecimentos para o ensino.

Segundo Shulman (1986), os conhecimentos dos professores referentes ao conteúdo específico e como se transformam em “ensino” eram desconsiderados – o autor defende que os professores necessitam de um conjunto de conhecimentos, no lugar de conhecimentos isolados. Para tal, propõe um modelo denominado “base de conhecimento de ensino”, composto por categorias, tais como conhecimento do conteúdo específico; conhecimento pedagógico geral; conhecimento curricular; conhecimento pedagógico do conteúdo; conhecimento sobre os alunos e suas características (e como aprendem); conhecimento dos contextos educacionais; conhecimentos dos fins, propósitos e valores educacionais e de suas bases filosóficas e históricas (SHULMAN, 1987, p.10 *apud* AMARAL, 2015, p. 42).

No segundo capítulo, as discussões perpassam sobre o SND. Amaral (2015) inicia o capítulo com um resgate histórico sobre o sistema de numeração. Em seguida, destaca questões do ensino do SND e como usualmente a escola o ensina; para isso, utiliza a pesquisa de Lerner e Sadovsky que relata algumas características:

Uma vez ensinados os dígitos, se introduz a noção de dezena como conjunto resultante do agrupamento de dez unidades, e só depois apresenta-se [...] a escrita do número dez, que deve ser interpretada como a representação do agrupamento (uma dezena, zero unidades). Utiliza-se o mesmo procedimento cada vez que se apresenta uma nova ordem; A explicação do valor posicional de cada algarismo em termos de “unidades”, “dezenas”, etc., para os números de determinado intervalo da série considera-se requisito prévio para a resolução de operações nesse intervalo; Tenta-se “concretizar” a numeração escrita materializando o agrupamento em dezenas e centenas (LERNER; SADOVSKY, 1996, p. 118 *apud* AMARAL, 2015, p. 62).

O ensino sequenciado, segundo as autoras, pode criar obstáculos na descoberta das regularidades, as quais são fundamentais para a compreensão das características do SND.

Na análise dos dados, Amaral (2015) conclui que:

O SND não é ensinado considerando sua gênese e historicidade. O aspecto do nosso sistema de numeração como prática sociocultural não é considerado, ignorando o fato

de que as crianças em suas vivências sociais, têm oportunidade de elaborar conhecimentos acerca do sistema numérico antes do período de escolarização.

A abordagem do SND se restringe à ênfase do nome das unidades de ordem, unidade, dezena e centena, na realização das operações numéricas. Nestas, as regras e propriedades do SND (os agrupamentos na base dez, valor posicional dos algarismos, conceito de zero e o princípio multiplicativo e aditivo) subjacentes, não são refletidos e problematizados. Através da memorização dos algoritmos, a abordagem às regularidades do SND se restringe ao ritual, usualmente utilizado pela escola, de “tomar emprestado” e “subir” o algarismo para a “casa” das dezenas e centenas. (AMARAL, 2015, p. 151-152).

Outro ponto importante se refere às conexões estabelecidas entre os conhecimentos das professoras entrevistadas sobre o SND e a maneira como ensinam, evidenciando a complexidade do trabalho docente (AMARAL, 2015).

Ao analisar os trabalhos encontrados nessa categoria, conclui-se que se faz necessário refletir sobre o trabalho docente relacionado aos conceitos do sistema de numeração decimal e o valor posicional do número. Na pesquisa de Soares (2014), a partir dos estudos de Dienes (1962), refletimos sobre a importância do uso e manipulação do material concreto em situações adidáticas (BROSSEAU, 1986) que potencializem a discussão, permitindo o levantamento de hipóteses e a validação das ideias para uma reconstrução dos conhecimentos acerca das propriedades do sistema de numeração decimal.

Nos trabalhos de Tracanella (2018), Santos (2017) e de Amaral (2015), a pesquisa de Lerner e Sadovsky foi utilizada como referência sobre às relações entre os conhecimentos das crianças, a construção das aprendizagens sobre o SND e o valor posicional do número. Já na construção do conceito de números, os textos aqui levantados utilizaram os estudos de Kamii. A partir dos estudos realizados neste categoria, a pesquisa de Lerner e Sadovsky fornece dados para a construção do instrumento desta pesquisa.

2.2 Revisão de literatura teórica

Após a síntese dos estudos encontrados na “revisão de literatura bibliográfica”, que, segundo Almouloud e Silva (2019, p. 52), tem por objetivo final “[...] encontrar, na literatura científica, (os documentos) cientificamente confiáveis que até então existam, elementos de resposta ao problema da dissertação/tese”, parte-se para a “revisão de literatura teórica”, como forma de dar embasamento teórico para a investigação. Nesse sentido, segundo Köche (2000):

O objetivo da revisão da literatura é o de aumentar o acervo de informações e de conhecimentos do investigador com as contribuições teóricas já produzidas pela ciência para que, sustentando-se de forma mais Segura. A revisão da literatura qualifica e capacita o investigador, fornecendo-lhes a base teórica disponível na

ciência para que possa perceber, à luz das teorias, os diferentes aspectos presentes no problema investigado (KÖCHE, 2001, p. 131 apud ALMOULOU; SILVA, 2019, p. 55-56).

Para iniciar as discussões e aprofundar a temática, deve-se considerar a evolução dos estudos em Educação Matemática. No artigo intitulado “*El desarrollo de la Didáctica de las matemáticas, una mirada internacional*”, de Michèle Artigue (2020), a autora evidencia a relação entre as matemáticas e o seu ensino e/ou aprendizagem. A autora apresenta, de forma sucinta, um histórico relacionado ao desenvolvimento da didática da matemática e do ato de ensinar. Destaca que, mais que os outros campos do conhecimento humano, o desenvolvimento da matemática enquanto ciência e o seu ensino estão ligados ao longo dos séculos. Para embasar tais afirmações, Artigue resgata estudos e congressos:

[...] con ocasión de un congreso internacional de matemáticos (el quinto, en 1908) que se creó la primera organización internacional, llamada entonces CIEM (Commission Internationale de l'Enseignement Mathématique) en francés, dedicada a la enseñanza de una disciplina (ARTIGUE, 2020, p. 84).

Na trajetória da Educação Matemática, Artigue (2020) menciona a influência da epistemologia genética de Piaget, sua visão construtivista da aprendizagem e as contribuições da psicologia nos estudos da área. As questões relacionadas ao ensino passam a ser consideradas como uma adequação às situações-problema, com foco nas reconstruções cognitivas e adaptações. Nesse sentido, discute-se a noção de obstáculo epistemológico e conflito cognitivo. A partir dessas discussões, surgem taxionomias como a dos Van Hiele⁴. Outro ponto é a influência das teorias francesas e holandesas, que têm como característica comum a visão das matemáticas como construção humana para resolver problemas; a autora destaca, ainda, a forte influência da Teoria das Situações Didáticas (TSD) de Guy Brousseau, cujos pressupostos discutiremos com mais profundidade nesta seção.

Avançando nos estudos, passa-se a refletir sobre a diversidade dos sistemas de educação e a influência da cultura e do conhecimento que constitui o sujeito. Nessa linha, Artigue (2020) menciona Vygotsky e os estudos acerca do aspecto histórico-cultural do desenvolvimento cognitivo; discorre, também, sobre a Teoria Antropológica do Didático (TAD) de Chevallard e sobre a teoria da objetivação “*la socioepistemologia*” que influencia atualmente a América Latina (CANTORAL, 2013), bem como as ideias de Paulo Freire como fonte de inspiração para os diversos investigadores, influenciando no desenvolvimento da

⁴ Segundo Villiers (2010), “a principal característica dessa teoria é a distinção de cinco diferentes níveis de pensamentos com relação ao desenvolvimento da compreensão dos alunos acerca da geometria” (p. 400). Seriam, dessa forma, cinco níveis, a saber: 1) Reconhecimento; 2) Análise; 3) Ordenação; 4) Dedução; 5) Rigor.

educação crítica de Skovsmose, para finalizar essa vertente das dimensões sociais e culturais do ensino, Artigue (2020) ressalta o campo de estudos da Etnomatemática, desenvolvido principalmente por Ubiratan D'Ambrosio.

As dimensões do discurso e da semiótica nos processos de ensino e aprendizagem ganham atenção na Teoria dos Registros de Representação Semiótica (TRRS) de Duval. Por fim, a autora menciona o avanço da tecnologia, suas contribuições e potencialidades.

Ainda pautados no artigo de Artigue (2020), outra importante evolução se dá na década de 1990, quando a investigação inicialmente focada na aprendizagem avança para a didática e sua utilização no ensino. Fica evidenciada, nessa discussão, a influência do modelo de desenvolvimento de Ball e Bass e as ideias de Shulman, com o modelo *Mathematical Knowledge for Teaching*. Na didática francesa, apresentam-se os estudos de Aline Robert, com foco nas práticas de ensino, vistas como objetos de análise por meio das quatro dimensões de conteúdo à ensinar, em relação aos quais salientamos o componente cognitivo, que corresponde a organização das propostas, e o da mediação, que envolve as intervenções e interações do docente com os alunos. Com a discussão e evolução do debate acerca do uso de problematizações, a modelagem matemática surge como essencial nas conexões entre a resolução e simulações produzidas, fomentando a importante discussão das aplicações no ensino de matemática.

A partir dessa reconstrução da trajetória da Educação Matemática e suas influências, retomamos a ideia construída historicamente acerca da avaliação como momento de verificação do status da aprendizagem (LUCKESI, 2011): por esse ponto de vista, o erro possui um caráter de *não saber*. Se partimos do pressuposto de que o erro faz parte da construção do conhecimento por meio do equilíbrio e desequilíbrio das estruturas cognitivas, segundo Piaget (1996) há a necessidade de romper com a lógica atávica do acerto como atestador de competência e do erro como indicador de incompetência. A análise do erro passa a fazer parte do processo de aprendizagem – essa discussão permeará a presente seção.

Os estudos dos pesquisadores como Thorndike, Hadamard, Krutetskii, Newell e Simon, Brousseau e Borasi, trouxeram contribuições significativas para as análises do erro matemático.

O psicólogo Thorndike (1874-1949) inicia seus experimentos com animais juntamente com Pavlov em um processo de tentativa e erro, ou seja, com a intenção de fazer “gravar” a resposta correta. De acordo com (LEFRANÇOIS, 2008). A teoria do psicólogo tem como base três leis: a lei do exercício (estímulos reforçados com exercícios frequentes); a lei do efeito (a resposta é instrumental por causar estado de satisfação); lei da prontidão (motivação do

aprendiz) O teórico, por volta de 1930, admite ter se equivocado em alguns aspectos, “revogando” a lei do exercício, pois conclui que as conexões não são construídas devido à frequência do exercício. A lei do exercício pela metade destaca que o que leva à aprendizagem não é repetição, mas sim os efeitos da ação, e, por fim, a aprendizagem, que são estruturadas na análise, abstração e significação.

Os estudos do psicólogo e matemático Hadamard iniciaram reflexões acerca da psicologia da educação e a construção dos conhecimentos matemáticos. Segundo Hadamard (1945 apud CURY, 2007, p. 24) “[...] os matemáticos quando cometem erros, logo percebem e os corrigem”; nessa perspectiva, a ideia de realização das tarefas sem reflexão das respostas não aproveita a análise do erro como forma de compreender as dificuldades, ir e vir em seu raciocínio: eliminar o erro não contribui para a aprendizagem. Segundo (CURY, 2007). Em seus estudos, Hadamard (1945) aponta quatros estágios da invenção: preparação, incubação, iluminação e apresentação do resultado Outro ponto de crítica do autor é relacionado ao ensino:

[...] muitas vezes, ao tentar ensinar, os professores se debruçam demasiadamente sobre cada parte de um argumento, não apresentando a síntese que representaria o resultado. Se um aluno entende por si só essa síntese, “aprende” a Matemática, mas se ele sente que está falando algo e não compreende o que está errado, fica totalmente perdido e não consegue superar a dificuldade (HADAMARD, 1945 apud CURY, 2007 a, p. 25).

Já os estudos do psicólogo russo Krutetskii convergem para a investigação das habilidades dos alunos a partir de metodologias variadas que incluíam a participação dos pais, alunos e professores (CURY, 2007, p.26). A partir dos seus estudos define como habilidades matemáticas um conjunto de:

[...] características psicológicas individuais (primariamente, características de atividade mental) que respondem às exigências das atividades matemáticas escolares e que influenciam, sendo iguais todas as outras condições, o sucesso no domínio criativo da matemática como uma disciplina escolar – em particular, um domínio relativamente rápido, fácil e completo dos conhecimentos das destrezas e hábitos em matemática (KRUTETSKII, 1976 apud CURY, 2007 p. 27).

A importância dos estudos do psicólogo russo realizados entre 1955 e 1966 estavam no rompimento da tradição comportamentalista dos testes. A metodologia utilizada em sua pesquisa com o grupo de estudantes ao resolver problemas envolvia “pensar em voz alta” e discutir com os colegas, além de entrevistas com os pais e professores com o objetivo de compreender as “habilidades matemáticas”. No que tange à análise do erro, a contribuição dos estudos de Krutetskii estava na observação da resolução dos problemas, registro das respostas pelos alunos e questionamento das respostas.

No campo da análise do erro, os estudos de Newell e Simon (1972), apesar de complexos, traziam o foco voltado para o processamento da informação. Suas pesquisas partem da ideia de criar um programa de computador que simulasse o comportamento do sujeito ao resolver um problema. Segundo Cury (2007), uma das contribuições dos estudos de Newell e Simon para a análise do erro poderia ser assim sintetizada:

[...] algumas partes do comportamento resolutivo dos alunos foi determinada por **erros específicos** por eles cometidos e que não estavam previstos na teoria. Assim, uma teoria de resolução de problemas deve levar em conta a flexibilidade dos solucionadores e suas características especiais (CURY, 2007, p. 30, grifo nosso).

Nesse caso, o que seriam os erros específicos? Para esta indagação os estudos de Rafaella Borasi indicam que seriam aqueles que permaneceriam “[...] referindo-se a determinados resultados, apresentados pelos alunos em suas produções escritas. Essas perguntas são a base de suas propostas de atividades para utilizar os erros para pesquisa e ensino em Matemática.” (CURY, 2007, p. 35).

Dentre os estudos de Borasi (1996), destacamos alguns aspectos em relação à questão de pesquisa deste trabalho: avaliação, constatação do erro e concepções acerca do erro. Nesse sentido, Cury (2007), em sua obra “Análise de erros: o que podemos aprender com os alunos”, analisa os trabalhos de Borasi:

Borasi (1996) considera que, se os alunos são pressionados pelo sistema escolar, os **erros por eles cometidos** são frustrantes, porque os fazem perder tempo e despendem esforços na tentativa de evitar a reprovação. No entanto, **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 a fonte de novas aprendizagens (CURY, 2007, p. 35-36, grifo nosso).

Na perspectiva de Borasi, o erro matemático deve ser analisado tanto para o ensino como para a aprendizagem, a fim de eliminá-lo; também destaca a importância de espaços de aprendizagem no qual o erro possa ser discutido. Uma contribuição importante de Borasi seria, então, a chamada “taxionomia para uso dos erros”.

Quadro 1 – Taxionomia de Borasi para o uso dos erros

Postura de aprendizagem	Executando uma tarefa matemática específica		
Remediação	Análise de erros reconhecidos para entender o que deu errado e corrigi-lo, de modo a executar a	Erros e resultados incertos são usados de forma construtiva à medida que se aprende sobre um novo conceito, regra, tópico etc.	Erros e resultados incertos são usados construtivamente à medida que se aprende sobre a natureza da matemática ou

	tarefa definida com sucesso. (Remediação/tarefa)	(Descoberta/conteúdo)	algumas questões matemáticas gerais. (Descoberta/matемática)
Descoberta	Erros e resultados incertos são usados de forma construtiva nos processos de resolução de um novo problema ou tarefa, monitorando o trabalho para identificar possíveis erros. (Descoberta/tarefa)	Erros e resultados incertos são usados de forma construtiva à medida que se aprende sobre um novo conceito, regra, tópico, etc. (Descoberta/conteúdo)	Erros e resultados incertos são usados construtivamente à medida que se aprende sobre a natureza da matemática ou algumas questões matemáticas gerais. (Descoberta/matемática)
Pesquisa	Erros e resultados intrigantes motivam questões que podem gerar questionamentos em novas direções e novas tarefas matemáticas a serem executadas. (Inquérito/tarefa)	Erros e resultados intrigantes motivam questões que podem levar a novas perspectivas e insights sobre um conceito, regra, tópico, etc, não abordados no plano de aula original. (Inquérito/conteúdo)	Erros e resultados intrigantes motivam questões que podem levar a perspectivas e insights inesperados sobre a natureza da matemática ou algumas questões gerais de matemática. (Inquérito/matемática)

Fonte: BORASI, 1996.

O quadro relativo à taxionomia para o uso dos erros de Borasi (1996) é organizado em três aspectos: remediação; descoberta e pesquisa, denominados pela autora de “objetivos de aprendizagem”. O seu uso contribuiu para o ensino da Matemática, como afirma Cury (2007):

[...] Por exemplo, em um determinado momento, um professor pode estar interessado apenas em remediar os erros que detecta nas produções de seus alunos, mas, posteriormente, o leva a aprofundar-se no conteúdo matemático ou, mesmo, a propor a seus alunos que engajem com ele na pesquisa. Assim dependendo dos objetivos com o que o erro é empregado e do nível de abstração com que é examinando, podemos transitar por essas diversas formas de se trabalhar com análise de erros (CURY, 2007, p. 38).

Pensar sobre o erro demanda reflexões anteriores, como a constituição e construção dos conhecimentos nas estruturas cognitivas e as relações sociais. Os estudos de Piaget em sua teoria da epistemologia genética contribuem para tais discussões:

Piaget define a epistemologia genética como a disciplina que estuda os mecanismos e os processos mediante os quais se passa “dos estados de menor conhecimento aos estados de conhecimento mais avançados” (PIAGET, 1979, p. 16 apud COLL, 2007, p. 45).

Entre passar do estado de “menor conhecimento” para os conhecimentos mais avançados há processos importantes a serem estudados para a compressão de como o sujeito aprende, potencializando às ações referentes ao ensino.

Nas discussões pertencentes a psicogenética, Piaget (1983) afirma:

[...]o conhecimento não procede, em suas origens, nem de um sujeito consciente de si mesmo nem de objetos já constituídos (do ponto de vista do sujeito) que a ele se importariam. O conhecimento resultaria de interações que se produzem a meio caminho entre os dois, dependendo, portanto, dos dois ao mesmo tempo[...]

[...]De outro lado, e, por conseguinte, não se há, no início, nem sujeito, no sentido epistemológico do termo, nem nos objetos concebidos como tais, nem, sobretudo, instrumentos invariantes de troca, o problema inicial do conhecimento será pois o de elaborar tais mediadores. A partir da zona de contato entre o corpo próprio e as coisas eles se empenharão então sempre mais adiante nas duas direções complementares do exterior e do interior, e é desta dupla construção progressiva que depende a elaboração solidária do sujeito e dos objetos (PIAGET, 1983, p. 6).

Ao refletir sobre os estudos do Piaget, fica a indagação de como o conhecimento evolui e o que está envolvido nessa construção, no sentido de compreender se o erro e o acerto devem fazer parte das indagações sobre a pesquisa sobre o tema e de que maneira.

Para essa indagação, aliás, é fundante conhecer e compreender os conceitos originais da teoria de Piaget:

- **Esquemas:** enquanto unidade básica do intelecto, são ações relacionadas ao biológico, inicialmente – por exemplo, sugar – e avançam às novas ações que se referem a integração do sujeito com o meio, tornando-se constructos complexos que envolvem o simbólico, o concreto e os processos de raciocínio.
- **Assimilação:** o esquema já “dominado” pelo sujeito interage com outros objetos que necessitem dele;
- **Acomodação:** em certos momentos, um esquema não é suficiente às características de um objeto; logo, o conhecimento passa por um desequilíbrio, modificando o esquema anterior para reestabelecer o equilíbrio, construindo esquemas mais complexos;
- **Estágio:** a cada etapa do desenvolvimento há uma regularidade dos esquemas que pertencem a um mesmo nível de função e complexidades, formando, assim, uma estrutura. Cada nível de estrutura é entendido por Piaget em níveis de complexidade do estágio evolutivo.

Definido os conceitos originais da epistemologia genética, parte-se para a ideia de reconstrução dos esquemas que segundo Coll (2007, p. 52, grifo nosso) “[...] tais progressos não consistem em simples generalizações. Produz-se uma verdadeira **reconstrução dos conhecimentos** adquiridos em um domínio no novo domínio, reconstrução que requer novas coordenações entre esquemas”.

Os estudos de Perrenoud concordam com a ideia de reconstrução quando o autor afirma que “aprender não é primeiramente memorizar, estocar informações, mas reestruturar seu sistema de compreensão do mundo. Tal reestruturação não acontece sem um importante trabalho cognitivo” (PERRENOUD, 2000, p. 30). Reforça-se, assim, que às ações pedagógicas contribuem no processo de reestruturação dos conhecimentos.

A Teoria das Situações Didáticas (TSD), do matemático Brousseau, contribui para as discussões relativas aos saberes, suas construções e reconstruções:

Na teoria das situações Didáticas, Brousseau (1986) propõe que sejam apresentadas questões cuja solução requer a aplicação dos saberes visados para que os alunos possam resolver por conta própria e com a mediação do docente esses problemas quando lhe são propostos (ALMOULOU, 2018, p. 182).

Na introdução deste texto, foi descrita a situação adidática e seus fundamentos. Neste momento do trabalho, o viés se dá para as questões do ensino; nesse sentido, a situação adidática na qual a intenção de ensinar não foi revelada ao sujeito, “mas foi imaginada, planejada e construída pelo professor para proporcionar condições favoráveis para a apropriação do novo saber que se deseja ensinar” (ALMOULOU, 2018, p. 183-184), converge e dá suporte para a investigação que aqui se pretende, ou seja, se o professor percebe os erros cometidos por seus alunos e quais condições de aprendizagem promove após a sua análise.

Nesse sentido Brousseau (1986 apud ALMOULOU, 2010, p. 33) define as seguintes características relacionadas às situações adidáticas:

O problema matemático é escolhido de modo que possa fazer o aluno agir, falar, refletir e evoluir por iniciativa própria;
O problema é escolhido para que o aluno adquira novos conhecimentos inteiramente justificados pela lógica interna da situação e que possam ser construídos sem apelo às razões didáticas
O professor, assumindo o papel de mediador, cria condições para o aluno ser o principal ator da construção de seus conhecimentos a partir da(s) atividade(s) proposta.

Segundo Brousseau (1996), o professor busca situações que deem sentido ao saber ensinado e assume o papel de mediador; além disso, cria condições para que o aluno construa o conhecimento e produza respostas para as situações, o que não significa que ele identifique o conhecimento “produzido” ou que possa utilizá-lo em outras situações. Logo:

Podem ser vistas aqui as duas partes, bastante contraditórias, do papel do professor: fazer viver o conhecimento, fazê-lo ser produzido por parte dos alunos como resposta

razoável a uma situação familiar e, ainda, transformar essa “resposta razoável” em um fato “cognitivo extraordinário”, identificados, reconhecido a partir do exterior. Para o professor, é grande a tentação de pular estas duas fases e ensinar diretamente o saber como objeto cultural, evitando este duplo movimento. Neste caso apresenta-se o saber e o aluno se apropria dele como puder. (BROUSSEAU, 1996, P. 48-49).

Parte-se então, para as discussões do objeto matemático da pesquisa, o “valor posicional do número”; entretanto, há uma discussão anterior a ser tratada, que dá suporte às análises: a construção do conceito de número feita pelas crianças.

A psicóloga Constance Kamii, aluna de Piaget e colaboradora em suas pesquisas, estuda às questões da criança e a construção do número. Segundo Kamii (1986):

Os pontos principais que podem ser tirados da teoria piagetiana em si mesma são diretos. Eles dizem respeito à natureza do conhecimento lógico-matemático, de como este conhecimento é construído por cada criança, através da abstração reflexiva a partir da interação ativa com o meio físico e social (KAMII, 1986, p. 15).

Outro ponto discutido por Kamii (1986) parte da teoria de Piaget que defende o número como uma estrutura mental: a criança o constrói a partir da capacidade natural de pensar, o que não exclui o meio nem o conhecimento social:

As pessoas que acham que o conceito de número deveria ser ensinado por transmissão social erram ao separarem conhecimento lógico-matemático de social. No conhecimento lógico-matemático a fonte primária do conhecimento é a criança em si e nada é arbitrário neste campo. Por ex., $2+3=5$ em todas as línguas, independentemente do sistema empregado na soma[...].

[...] as palavras “um, dois, três, quatro” são exemplos de conhecimento social cada língua tem palavras diferentes para contar, mas a ideia latente de número pertence ao conhecimento lógico-matemático que é universal (KAMII, 1986, p. 36-37).

Para Piaget, “a abstração da cor dos objetos é considerada muito diferente na natureza, da abstração de número” (KAMII, 1986, p. 30). Para abstração das propriedades do objeto, utiliza dois termos: abstração empírica (ou simples) e a abstração reflexiva (para a abstração dos números). Na abstração empírica, a criança se concentra em apenas uma propriedade do objeto; já na abstração reflexiva, envolve as relações entre os objetos – por exemplo, a semelhança. Assim Kamii (1994, p. 17) afirma: “[...] Piaget prosseguiu afirmando que, no âmbito da realidade psicológica da criança, não é possível que um dos tipos de abstração exista sem o outro”.

A distinção entre os dois tipos de abstração pode parecer pouco importante enquanto a criança está aprendendo os pequenos números, digamos até 10. Contudo, quando ela prossegue em direção a números maiores tais como 999 e 1000, fica claro que é impossível aprender cada número até o infinito através da abstração empírica a partir

de conjuntos de objetos ou figuras! Os números são aprendidos pela atração reflexiva, à medida que a criança constrói relações (KAMII, 1994, p. 18-19).

2.2.1 O sistema de numeração decimal e o valor posicional do número

Nos trabalhos localizados na revisão de literatura bibliográfica que se referem ao sistema de numeração decimal e o valor posicional do número, os estudos de Delia Lerner e Patrícia Sadovsky (1996), descritos na introdução/problematização, são mencionados nas pesquisas de Tracanella (2018), Milan (2017), Amaral (2015). A partir deste, serão descritas nesta seção parte da conclusão dos trabalhos de Lerner e Sadovsky:

No que se refere a quantidade de algarismos e o número: um dos critérios levantados pelas crianças entre 5 e 6 anos é o de que:

[...] quanto maior a quantidade de algarismo de um número, maior é o número.

[...] - Alina (6 anos, primeira série), ao justificar suas decisões no jogo da guerra, afirma que 23 é maior que 5 “porque este (23, porém ela o nomeia, porque desconhece sua denominação oral) tem dois números e tem mais, e este (5) tem um só número” (LERNER; SADOVSKY, 1996, p. 77).

Ao comparar números com a mesma quantidade de algarismos, as crianças passam a utilizar o critério “o primeiro número é que manda”, para tal fazem uso da sequência oral (um, dois três e etc), bem como observam a posição do algarismo. Tal afirmação, se dá quando a criança é questionada sobre o número “12” e “21” e justifica “O que tem mais valor é o que fica na frente. Os dois têm valor (LERNER; SADOVSKY, 1996, p. 77). Apesar de não ter construídos as regras do sistema com base decimal, já levantam hipóteses.

Com relação a construção das regras do sistema de numeração decimal pelas crianças, a escrita convencional não se relaciona diretamente com a numeração “falada”, esses pontos de convergência são descritos como “nós”, que segundo Lerner e Sadovsky (1996, p. 87) “[...] as crianças manipulam em primeiro lugar a escrita dos “nós” 0 quer dizer, das dezenas, centenas, unidade de mil..., exatas – e só depois elaboram a escrita dos números que se posicionam nos intervalos entre estes nós”.

Segundo Lerner e Sadosvsky (1996) o nosso sistema de numeração é posicional, quando:

[...] o valor que representa cada algarismo se obtém multiplicando esse algarismo por uma determinada potência de base. Se um número tem mais algarismos que outro, necessariamente intervieram em sua decomposição potências de dez de maior grau que as envolvidas no outro, e em consequência será maior.

Por outro lado, quando se trata de dois números da mesma quantidade de algarismos – com exceção dos que comecem o mesmo algarismo – é o primeiro quem determinada qual é o maior, porque esse algarismo indica por quanto deve ser multiplica a potência de grau maior que “intervém” no número. [...] (LERNER e SADOVSKY, 1996, p. 109).

A criança desde pequena pode ter contato com a sequência numérica oralmente, o que não significa que intuitivamente transpõe os conhecimentos para a escrita numérica convencional, tampouco compreende as regras do sistema de numeração decimal. Para tal, segundo Lerner e Sadovsky (1986) em suas análises concluem que é fundamental propor atividade que favoreçam o estabelecimento de regularidades na numeração escrita.

3 - ASPECTOS METODOLÓGICOS

Esse capítulo tem por objetivo apresentar os aspectos metodológicos adotados do presente trabalho, com o propósito de atender os procedimentos de uma pesquisa científica. O delineamento desta investigação se pauta nos estudos de Minayo (1999), Fiorentini e Lorenzatto (2012) e Oliveira (2019). Para além, descrevemos as fases do estudo, o universo da pesquisa e a construção dos instrumentos para coleta de dados.

3.1 A metodologia de pesquisa: abordagem qualitativa

Iniciaremos as discussões que permeiam este capítulo observando a questão da “metodologia” em um trabalho de pesquisa.

Segundo Minayo (1999), a metodologia se configura como cerne da pesquisa científica:

Entendemos por metodologia o caminho e o instrumental próprios de abordagem da realidade. Neste sentido, a metodologia ocupa lugar central no interior das teorias sociais, pois ela faz parte intrínseca da visão social de mundo veiculada na teoria. Em face da dialética, por exemplo, o método é o próprio processo de desenvolvimento das coisas. (MINAYO, 1999, p. 22).

Para Fiorienti e Lorenzatto (2012), a pesquisa é um processo de estudo alicerçado no rigor metodológico “[...] acerca da compreensão de um fenômeno, problema ou questão da realidade ou presente na literatura o qual inquieta/instiga o pesquisador perante o que sabe ou diz a respeito” (FIORENTINI, LORENZATTO, 2012, p. 60).

A partir da ideia de metodologia como caminho, o primeiro passo é a definição do problema de pesquisa. Segundo Oliveira (2019, p. 25):

Por óbvio que se possa parecer, nunca é demais afirmar que a construção do problema de pesquisa é elemento essencial em qualquer iniciativa de investigação nos vários campos científicos. O problema, em si, consiste em uma inquietação que se procura traduzir como algo a resolver na área da perquirição na qual atua o pesquisador, o autor da iniciativa. Ter um problema é um uma dúvida em determinado campo científico, consistente e importante o suficiente para que se demande tempo e recursos no seu tratamento [...].

O autor Oliveira (2019) concorda com as ideias de Fiorentini e Lorenzatto (2012) ao descreverem que os motivos que levam um pesquisador a delimitar um problema de investigação têm a ver com “oportunidade (que surge por ocasião de uma situação vivida) [...]” (FIORENTINI, LORENZATTO, 2012, p. 90). Entende-se que a formulação do problema de

pesquisa implica no caminho que, por meio das etapas estruturais, leva à construção das conclusões.

O presente estudo tem como cerne a natureza social, ligada à investigação da realidade, e a metodologia de pesquisa de caráter qualitativo dispõe das técnicas que contribuem para tal iniciativa. Segundo Minayo (1999), seria

[...] uma proposta teórico-metodológica para abordagem qualitativa das relações sociais que informam o campo da saúde. Embora pouco a pouco a problemática vá se desdobrando, este estudo se organiza dentro de alguns pontos fundamentais que perpassam os conjuntos das questões, tratadas, quais sejam, a natureza do social; as **relações entre indivíduo e sociedade; entre ação, estrutura e significados; entre sujeito e objeto**; entre fato e valor; entre realidade e ideologia e a possibilidade do conhecimento visto sob o prisma de algumas correntes sociológicas. (MINAYO, 1999, p. 90, grifo nosso).

Ao refletir sobre os pontos destacados na citação de Minayo (1999), reconhece-se que analisar fenômenos sociais não é uma tarefa simples: a complexidade das imprecisões frente às especificidades do caráter social nos leva ao rigor na construção de cada fase do estudo qualitativo. Para Oliveira (2019, p. 17) “[...] na pesquisa qualitativa, cenários provisórios vão sendo construídos, desconstruídos, feitos e refeitos”. Devido às especificidades desta pesquisa e de acordo com Minayo (1999), Fiorentini e Lorenzatto (2012) e Oliveira (2019), a metodologia utilizada é de cunho qualitativo.

3.2 As fases do estudo

Nesse viés, a inquietação da pesquisadora que deu origem ao problema de pesquisa, surge ao observar os relatórios dos resultados da avaliação aplicada aos 5ºs anos do Ensino Fundamental – Anos Iniciais das escolas da rede municipal de Guarulhos nos anos de 2018 e 2019. Como mencionado anteriormente, o instrumento “prova” foi construído com base nos descritores de Matemática da Prova Brasil, e, ao analisar os resultados, constata-se que o maior índice de erros se refere à questão relacionada ao descritor 13: “Reconhecer e utilizar características do sistema de numeração decimal, tais como agrupamentos e trocas na base 10 e princípio do valor posicional”. O quadro 2 foi construído a partir da observação dos resultados da questão relacionada ao descritor 13.

Quadro 2 – Resultado dos acertos e erros da questão referente ao descritor 13 – Prova Municipal Guarulhos

Ano	Semestre	Quantidade de alunos que realizaram as provas	Acertos (%)	Erros (%)	Respostas em branco
2018	1º semestre	8917	35,4 %	64,4%	0,2%
2018	2º semestre	9159	57,69%	42,31%	-
2019	1º semestre	9637	28,21%	71,81%	-
2019	2º semestre	9603	37,24%	62,76%	-

Fonte: Guarulhos (2022)⁵

Os dados apresentados no Quadro 2 foram retirados do relatório gerado pelo sistema denominado pela Secretaria Municipal de Educação de Guarulhos como “Avalia Mais”, sistema esse construído especificamente para as avaliações do município. Os dados não são públicos, entretanto, foi solicitado por meio de documento protocolado, o acesso e uso deles à Secretaria Municipal de Educação, exclusivamente para os fins dessa pesquisa. É importante destacar que o relatório das avaliações é extenso e aborda indicativos para o desenvolvimento de políticas públicas municipais a partir dos resultados. Não nos deteremos no detalhamento do processo avaliativo, em tópicos como a construção do instrumento, a complexidade das questões e outros, mas aos resultados que revelam aspectos relacionados aos saberes matemáticos.

Outro ponto de reflexão que contribuiu para a construção do problema desta pesquisa se relaciona às questões presentes nas provas de matemática aplicadas aos 5ºs anos nos anos de 2018 e 2019, referente ao descritor D13, que possui como objetivo identificar o valor posicional do número, sua composição e decomposição. É justamente com a finalidade de compreender os dados relativos a esse tópico e refletir sobre a prática de um grupo de docentes que emergiu a questão **“quais percepções são reveladas por um grupo de professores de uma escola municipal da cidade de Guarulhos em momentos de avaliação e constatação de erros (dos alunos) que envolvem o valor posicional no sistema numérico decimal?”**.

Definido o problema de pesquisa, segue-se para a construção da introdução, que segundo Oliveira (2019), implica em uma descrição densa, ou seja, que dê sentido às questões levantadas, demandando estudos teóricos-metodológicos com foco no que se pretende responder. A partir dessa descrição, passou-se à tentativa de superar as relações superficiais que

⁵ GUARULHOS. Secretaria de Educação. Sistema AVALIA MAIS, 2022. [Dados restritos].

envolviam o fenômeno em tela, a partir da articulação de saberes científicos. Os estudos foram fundamentais para dar corpo e fundamentação teórica ao trabalho de pesquisa.

Avançamos para a fase de construção da revisão de literatura, dividida em dois momentos: bibliográfica e teórica. Segundo Almouloud e Silva (2019, p. 52), temos sobre o objetivo da revisão de literatura o de encontrar, na literatura científica (os documentos cientificamente “confiáveis que até então existam), elementos de resposta ao problema da dissertação/tese. [...]”.

Esse movimento investigativo, descrito de forma detalhada no capítulo anterior, e suas análises, está de acordo com as etapas previstas na metodologia de pesquisa segundo Oliveira (2019), bem como proporciona diferentes perspectivas às questões do erro, da avaliação da aprendizagem, da regulação da aprendizagem e do valor posicional do número no sistema de numeração decimal. Sobre a Educação Matemática, vieram as descrições acerca dos trabalhos já publicados, bem como as sobre as teorias que dão sentido e fortalecem a necessidade de investigação acerca do fazer pedagógico a partir da análise do erro relacionado ao valor posicional do número no sistema de numeração decimal.

Resta, então, descrever o instrumento de pesquisa, considerando o contexto em que é empregado nessa investigação. Adentrar o universo da escola nem sempre é fácil: as demandas escolares, os fazeres pedagógicos, às questões sociais, histórico-culturais e as relações são fatores que devem ser considerados na escolha e produção do instrumento para coleta dos dados. Como anunciado anteriormente, o instrumento utilizado será do tipo entrevista semiestruturada, na qual, segundo Fiorentini e Lorenzato (2006, p. 121):

[...] o pesquisador, pretendendo aprofundar-se sobre um fenômeno ou questão específica, organiza um roteiro de pontos a serem contemplados durante a entrevista, podendo, com o desenvolvimento da entrevista, alterar a ordem dos mesmos e, inclusive, formular questões não previstas inicialmente.

Dessa forma, nas próximas seções, estão descritos o universo da pesquisa nos quais os atores sociais envolvidos estão inseridos, bem como a própria construção do instrumento de pesquisa, movimentos em si sobremaneira imbricados.

3.3 Universo da pesquisa

A escola escolhida para a investigação está localizada em uma área considerada central na cidade Guarulhos, atende aos Anos Iniciais do Ensino Fundamental (1º ao 5º) e está organizada em dois períodos (manhã e tarde). Os participantes da pesquisa são professores da

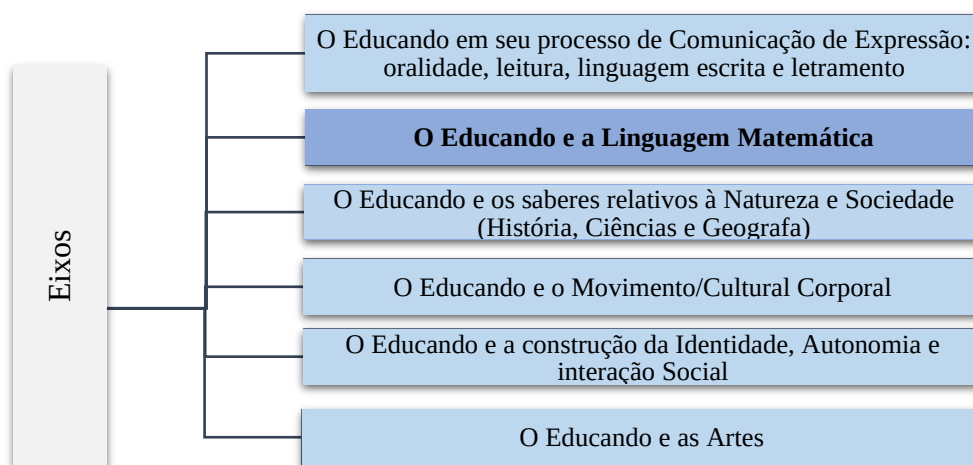
rede municipal de Guarulhos que ensinam matemática e atuam, portanto, na etapa escolar mencionada.

Como forma de compreender as análises a seguir descreveremos o histórico da organização curricular das escolas municipais de Guarulhos.

A rede municipal de Educação de Guarulhos possui uma trajetória longa de discussão curricular: no ano de 2009, foi publicada a primeira proposta curricular da rede municipal de Guarulhos, chamada “Proposta curricular - Quadro de Saberes Necessários”, documento esse construído com base nos documentos orientadores disponíveis à época – Parâmetros Curriculares Nacionais (1997) e os Referenciais Curriculares Nacionais para a Educação Infantil (1998) . Esta passa a ser o documento norteador da Educação Municipal de Guarulhos.

O documento “Proposta curricular – Quadro de Saberes Necessários”, (2009), foi organizado em um volume único contendo: a concepção norteadora da Rede e as diretrizes para as etapas escolares Educação Infantil, Ensino Fundamental e EJA. Para esta pesquisa nos ateremos a etapa “Ensino Fundamental”, organizada da seguinte forma:

Figura 2 – Organização da “Proposta Curricular – Ensino Fundamental” da rede municipal de Guarulhos (2009)



Fonte: GUARULHOS, 2019 – adaptado

Os eixos estão organizados em um conjunto de saberes compreendidos por esta rede como:

Os **saberes escolares**, fundamentais para o processo de humanização, são **derivados dos saberes de referência das Ciências, das Artes e da Filosofia**, e do tratamento pedagógico que terão na escola (GUARULHOS, 2009, p. 19, grifo nosso).

Observou-se que a definição de “saberes” descrita na Proposta Curricular (2009) se atém a três pontos: saberes escolares, saberes científicos e tratamento pedagógico, entretanto na leitura do documento feita pela pesquisadora não foi percebido outros momentos que aprofundem ou exemplifiquem o conceito de saberes.

A partir da análise dos dados da Avaliação Institucional no formato de Prova aplicada nos anos, 2018 e 2019, motivação do tema desta pesquisa, que gerou o objeto matemático a ser estudado: valor posicional do número. Julgamos necessário compreender a organização da Proposta Curricular (2009), na etapa do Ensino Fundamental (Anos Iniciais), especificamente o Eixo de Linguagem Matemática que está organizado em quatro grandes temas: *Números e Operações; Espaço e Forma; Grandezas e Medidas; Tratamento da Informação*.

No quadro abaixo estão descritos os saberes do “grande tema”: Números e Operações:

Quadro 3 – Organização do quadro de saberes: Números e Operações – Ensino Fundamental (Anos Iniciais)

Valorizar a matemática como instrumento para interpretar informações sobre o mundo, reconhecendo a importância dessa área de conhecimento em sua cultura.
Utilizar os conhecimentos matemáticos para investigar e responder a questões elaboradas a partir de sua própria curiosidade.
Conhecer a história dos numerais a partir de diferentes culturas para identificar processos pelos quais alguns conceitos matemáticos foram construídos.
Reconhecer e utilizar características do sistema de numeração decimal.
Reconhecer a decomposição de números naturais nas suas diversas ordens e classes.
Utilizar números para expressar quantidades de elementos de uma coleção e para expressar a ordem numa sequência.
Organizar agrupamentos para facilitar a contagem e comparação entre coleções.
Contar em escalas crescentes e decrescentes de um em um, de dois em dois, de cinco em cinco, de dez em dez etc., a partir de qualquer número dado.
Reconhecer grandezas numéricas pela identificação da quantidade de algarismo e posição ocupada por eles na escrita numérica.
Ler e escrever números naturais, compreendendo o valor posicional dos números.
Identificar situações em que se emprega a numeração romana, relacionando-a com a numeração indo-arábica.
Construir os conceitos de adição, subtração, multiplicação e divisão a partir da manipulação de materiais concretos em situações contextualizadas.
Resolver situações-problema com números naturais, envolvendo diferentes significados da adição (juntar e acrescentar).
Resolver situações-problema com números naturais, envolvendo diferentes significados da subtração (tirar, comparar e completar).
Resolver situações-problema com números naturais, envolvendo diferentes significados da multiplicação (adição de parcelas iguais e raciocínio combinatório).
Resolver situações-problema com números naturais, envolvendo diferentes significados da divisão (repartir e medir).
Utilizar a estimativa, arredondamento e o cálculo mental, envolvendo as operações fundamentais na resolução de problemas.
Analisar, resolver e interpretar situações-problema, compreendendo os significados da adição, subtração, multiplicação e divisão, ou utilizando estratégias pessoais.
Construir fatos básicos da adição, subtração, multiplicação e divisão a partir de situações lúdicas e/ou situações-problema, para a construção de um repertório a ser utilizado no cálculo.
Utilizar a decomposição das escritas numéricas para a realização de cálculos, que envolvem adição, subtração, multiplicação e divisão.

Utilizar a decomposição das escritas numéricas para a realização de cálculo mental, exato ou aproximado.
Resolver situações-problema utilizando a escrita decimal de cédulas e moedas do sistema monetário brasileiro.
Reconhecer números naturais e racionais no contexto diário.
Recorrer às regras do sistema de numeração decimal para ler, compreender e representar os números racionais na forma decimal.
Explorar diferentes significados das frações em situações-problema: parte, todo, quociente, razão e medida.
Identificar e representar números racionais de uso frequente nas formas fracionárias e decimais.
Identificar e produzir frações equivalentes com apoio de representação gráfica.
Resolver situações-problema envolvendo porcentagem.

Fonte: Proposta Curricular (GUARULHOS, 2009, p.63-65, grifo nosso)

Observamos que os saberes descritos no Quadro 3, perpassam toda a etapa do Ensino Fundamental (Anos Iniciais, 1º ao 5º ano), e para este trabalho focaremos aos que se referem ao valor posicional do número:

Reconhecer grandezas numéricas pela identificação da quantidade de algarismo e posição ocupada por eles na escrita numérica.

Ler e escrever números naturais, compreendendo o valor posicional dos números. (GUARULHOS, 2009, p. 63).

Constata-se que os saberes que envolvem o valor posicional do número na proposta curricular de Guarulhos tem como o foco: reconhecer grandezas, ler e escrever os números e compreender o valor posicional dos números. Segundo Lerner e Sadovsky (1996), temos o seguinte contraponto à leitura e escrita dos números naturais como forma de compreender o valor posicional dos números:

Antecipamos uma possível objeção: ainda que seja possível prescindir de unidades e dez quando só se trata de ler e escrever números, não será possível deixá-las de lado no momento de resolver operações. (LERNER e SADOVSKY, 1996, p.113).

Uma vez que o trabalho não se restringe somente a leitura e a escrita numérica, se faz necessário avançar nas ideias para que a construção dos saberes relacionados ao valor posicional não seja construída de forma fragmentada.

A partir da homologação da Base Nacional Comum Curricular – BNCC (BRASIL, 2018) definido como documento norteador da construção dos currículos:

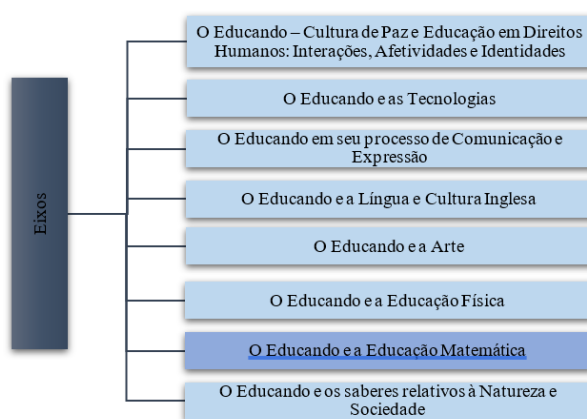
Referência nacional para a formulação dos currículos dos sistemas e das redes escolares dos Estados, do Distrito Federal, dos Municípios e das propostas pedagógicas das instituições escolares, a BNCC integra a política nacional da Educação Básica e vai contribuir para o alinhamento de outras políticas e ações, em âmbito federal, estadual e municipal, referentes à formação de professores, à avaliação, à elaboração de conteúdos educacionais e aos critérios para a oferta de infraestrutura adequada para o pleno desenvolvimento da educação (BRASIL, 2018, p. 7).

Em observação à orientação emanada do documento mais recente, a Secretaria Municipal de Educação de Guarulhos, juntamente com o Conselho Municipal de Educação, optou por reformular a Proposta Curricular de 2009. Para tal ação, foi designado um Grupo de Trabalho formado por supervisores escolares, técnicos da secretaria, diretores, vice-diretores, professores coordenadores pedagógicos, professores de educação infantil, professores de educação básica, professores das áreas de conhecimentos (artes, língua e cultura inglesa e educação física) e professores das áreas de conhecimento que atuam na EJA (matemática, ciências, geografia, história e língua portuguesa). As discussões foram realizadas no decorrer dos anos de 2018 e 2019.

Dessa forma, no mês de dezembro de 2019 foi publicado o documento curricular norteador da rede municipal de Guarulhos, intitulado “Proposta Curricular⁶”. O documento foi organizado em quatro cadernos, o primeiro denominado “Proposta Curricular: Introdutório”, no qual estão descritas as concepções norteadoras da rede. Os demais cadernos foram destinados à Educação Infantil, ao Ensino Fundamental e à Educação de Jovens e Adultos, cada qual organizado de forma a atender a etapa específica.

Para esta pesquisa, o caderno a ser explorado é o que se refere a etapa “ensino fundamental”; nele, as áreas do conhecimento estão organizadas conforme indica a Figura 3:

Figura 3 – Organização da “Proposta Curricular – Ensino Fundamental” da rede municipal de Guarulhos (2019)



Fonte: GUARULHOS, 2019 – adaptado

Cada eixo possui subdivisões denominadas “unidades temáticas” compreendidas como “[...] especificidades dos eixos, os quais configuram-se como um conjunto de saberes, e estes a

⁶ O documento intitulado “Proposta Curricular”, norteia as práticas pedagógicas das unidades escolares da rede municipal de Guarulhos, com base em uma concepção de educação que reafirme o papel político, social e cultural da instituição escolar. Conforme determinação nacional, a proposta curricular está alinhada a Base Nacional Comum Curricular (2017). O documento está disponível em: <https://portaleducacao.guarulhos.sp.gov.br/siseduc/portal/site/listar/categoria/8/>. Acesso em: 09 de jun. 2022.

um conjunto de aprendizagens” (GUARULHOS, 2019a, p. 9). Vale destacar que a concepção adotada pela rede municipal de Guarulhos compreende que o saber se relaciona à aprendizagem conceitual, procedimental e atitudinal, conforme descrito:

Dessa forma, é preciso compreender que os saberes significam junções de aprendizagens conceituais, atitudinais e procedimentais (VASCONCELLOS, 2008; GUARULHOS, 2009). **A apropriação dos saberes se constrói ao longo dos ciclos de formação**, que devem também considerar o conjunto de saberes da experiência cotidiana dos educandos, seus tempos de vida, os jeitos de aprender e sua cultura local. A apropriação dos saberes pode se dar em tempos e ritmos diferenciados considerando as especificidades e necessidades dos sujeitos (GUARULHOS, 2019a, p. 58, grifo nosso).

Outro ponto da análise do documento que apoia a compreensão da estrutura da Proposta Curricular (2019) é a organização das unidades temáticas em quadros, subdivididos em *saberes* e *aprendizagens*, estas, por sua vez compreendidas como processos cognitivos que contribuem na construção dos saberes:

Para garantir maior visibilidade dos processos cognitivos (aprendizagem e desenvolvimento) dos educandos e da funcionalidade da tarefa docente, foram inseridos para a Educação Infantil e Ensino Fundamental quadros nos quais estão **contemplados saberes e aprendizagens: neles, as aprendizagens estão localizadas abaixo dos saberes, se relacionam diretamente com sua construção e estão organizadas de acordo com a faixa etária e o ano** (GUARULHOS, 2019a, p. 58, grifo nosso).

O eixo dos saberes matemáticos intitulado “O Educando e a Educação Matemática” é composto pelas unidades temáticas *Números, Álgebra, Geometria, Estatística e Probabilidade e Grandezas e Medidas*; nelas, estão descritos os saberes e as aprendizagens a serem construídos pelos educandos ao longo da etapa dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental.

Ao retomar o tema da pesquisa, relacionado ao valor posicional do número, julgamos importante compreender quais as ideias presentes nos saberes e aprendizagens da Proposta Curricular referentes à essa temática, com o propósito de compreender os fenômenos estudados. compreensão dos fenômenos estudados.

Figura 4 – Organização do quadro de saberes e aprendizagens: Números naturais e sistema de numeração decimal.

NÚMEROS NATURAIS E SISTEMA DE NUMERAÇÃO DECIMAL			
1º E 2º ANOS	2º E 3º ANOS	3º E 4º ANOS	4º E 5º ANOS
SABER: Construir o significado do número natural a partir de seus diferentes usos no contexto social, explorando problemas que envolvam contagens e códigos numéricos, reconhecendo e utilizando as características do sistema de numeração decimal. (continuação)			
Contar em escalas crescentes e decrescentes de um em um, de dois em dois, de cinco em cinco, de dez em dez etc., a partir de qualquer número dado.			
Compor e decompor números, por meio de diferentes adições, com o suporte de material manipulável, contribuindo para a compreensão de características do sistema de numeração decimal e para o desenvolvimento de estratégias de cálculo.		Utilizar decomposição e composição aditiva e/ou multiplicativa, apoiadas nas regras do sistema de numeração decimal, como estratégias de cálculo.	
Localizar e comparar números naturais na reta numérica.		Estabelecer a relação entre números naturais e pontos da reta numérica para utilizá-la na construção da adição e da subtração, relacionando-as com deslocamentos para a direita ou para a esquerda.	
Ler, escrever, comparar e ordenar números naturais pela compreensão de características do sistema de numeração decimal (valor posicional e função do zero).			

Fonte: Proposta Curricular (GUARULHOS, 2019a, p. 127).

Dentre as aprendizagens apresentadas na Figura 4, focaremos, especificamente, no valor posicional do número, como indicado: “ler, escrever, comparar e ordenar números naturais pela compreensão de características do sistema de numeração decimal (valor posicional e função do zero (GUARULHOS, 2019 a. p. 127), presente em toda etapa relativa aos Anos Iniciais do Ensino Fundamental.

Do ponto de vista cognitivo, segundo Kamii (1990, p.19), “o número, de acordo com Piaget, é uma síntese de dois tipos de relações que a criança elabora entre os objetos (por abstração reflexiva). Uma é a ordem e a outro é a inclusão hierárquica”. Para Lerner e Sadovsky:

Oito é menor que dez” é uma afirmação válida em qualquer cultura, independente do sistema de numeração que ela utiliza. Porém, se esta afirmação se justifica afirmando que “oito tem um só algarismo e dez tem dois”, se está utilizando uma argumentação que é específica dos sistemas posicionais, já que nos sistemas não-posicionais a quantidade de algarismos não está relacionada com o valor do número (LERNER; SADOVSKY, 1986, p. 109).

As demais aprendizagens contribuem na construção do pensamento lógico-matemático relacionados ao sistema de numeração decimal.

A fim de comparar as Propostas Curriculares da rede municipal de Guarulhos descrevemos no Quadro 4 os saberes presentes na Proposta Curricular (2009) e a aprendizagem presente na Proposta Curricular de (2019) referente ao valor posicional do número:

Quadro 4 – Comparação dos saberes/aprendizagens das Propostas Curriculares (2009, 2019) referente ao valor posicional do número

Proposta Curricular – Quadro de Saberes Necessários (2009)	Proposta Curricular – Quadro de Saberes Necessários (2019)
• Reconhecer grandezas numéricas pela identificação da quantidade de algarismo e posição ocupada por eles na escrita numérica. • Ler e escrever números naturais, compreendendo o valor posicional dos números. (GUARULHOS, 2009, p. 63).	• Ler, escrever, comparar e ordenar números naturais pela compreensão de características do sistema de numeração decimal (valor posicional e função do zero (GUARULHOS, 2019 a. p. 127)

Fonte: produção da autora, 2022.

Ao comparar as duas propostas percebe-se que na Proposta Curricular (2019) há um avanço em relação ao valor posicional do número, pois há a inclusão da construção dos processos cognitivos de: comparar e ordenar, também a função do zero sendo marcada como parte das discussões para a compreensão do sistema de numeração decimal.

Um ponto de reflexão ao estudar a Proposta Curricular de (2019) é a de que não fica claro nos quadros as características do sistema de numeração decimal para a compreensão do valor posicional, esse ponto contribui na construção do instrumento de coleta de dados, na tentativa de compreender se os professores participantes da pesquisa compreendem essas características.

Os estudos até aqui realizados contribuem para a construção do instrumento de coleta de dados, descrito na próxima seção.

3.4 A entrevista semiestruturada (com apoio de um questionário inicial)

Segundo Oliveira (2019, p. 23): “[...] na coleta de dados, cabem as descrições ligadas ao levantamento e organização dos dados relativos à pesquisa, quer venham de documentos, quer do contato com eventuais sujeitos ou fontes alternativas, se for o caso”.

A fim de contribuir com o problema de pesquisa primeiramente foi utilizado o instrumento de pesquisa “questionário” para a caracterização dos participantes, segundo Fiorentini e Lorenzato (2012) é definido como:

[...] um dos instrumentos mais tradicionais de coleta de informações e consistem numa série de perguntas que podem ser:

[...] Aberta: quando não apresentam alternativas para respostas, podendo o pesquisador captar alguma informação não prevista por ele ou pela literatura. (FIORENTINI; LORENZATO, 2012, p. 116).

Indicado para selecionar informações acerca da caracterização dos participantes, o questionário é composto por perguntas cujas respostas podem ser dadas de forma mais estruturada, pois envolvem quantidade de participações em evento, formação acadêmica etc.

De fato, conhecer os atores sociais envolvidos é reconhecer que as experiências fazem parte da compreensão do fato social:

Além disso, como afirma Schutz, cada ator social experimenta e conhece o fato social de forma peculiar. É a constelação das diferentes informações individuais vivenciadas em comum por um grupo, que permite compor o quadro global das estruturas e das relações, onde o mais importante não é a soma dos elementos, mas a compreensão dos modelos culturais e da particularidade das determinações (SCHUTZ, 1954, p. 266 apud MINAYO, 1999, p. 113).

O questionário tem como objetivo conhecer o participante e suas experiências como forma de contribuir no entendimento dos fenômenos estudados, com foco na compreensão do erro em momentos de avaliação da aprendizagem do valor posicional do número no sistema de numeração decimal. Destaca-se a importância desse momento, pois, por meio dela, iniciam-se as interações entre pesquisador e pesquisado, conforme afirma Minayo (1999):

A premissa básica, em ambos os casos, é que a entrevista não é simplesmente um trabalho de coleta de dados, mas sempre uma situação de interação na qual as informações dadas pelos sujeitos poder ser profundamente afetadas pela natureza de suas relações com o entrevistador (MINAYO, 1999, p. 114).

Para o questionário, foi utilizado o recurso tecnológico “*Google Forms*” – disponível nos Anexos que permite a criação perguntas com diferentes tipos de respostas, como curta ou longa, sim/não, escolha de alternativas etc. Da mesma forma, a tabulação das respostas pode ser obtida a partir do aplicativo. As perguntas estão descritas no quadro 5.

Quadro 5 – Questionário de caracterização das participantes

Questões	Tipo de questão
1 - Data de nascimento	Data
2 - Formação acadêmica	Resposta longa
3 - Tempo de docência	Resposta curta
4 - Atua há quanto tempo no ensino fundamental (anos iniciais)	Resposta curta
5 - Costuma participar de cursos/formações?	Resposta sim/não

Fonte: produção da autora, 2022.

A escolha das questões visa fornecer subsídios para análises complementares, em relação àquelas que serão feitas diretamente ligadas à temática.

Para tal, como forma de validá-la, foi aplicado o questionário piloto com uma professora também da rede municipal de Guarulhos atuante no Ensino Fundamental (Anos Iniciais), ciente do tema da pesquisa e que participação colaboraria com os ajustes dos instrumentos para a coleta dos dados, para a preservação do anonimato da participante, resolvemos chamá-la de: “Participante Inicial”. As repostas da participante estão organizadas no Quadro 6:

Quadro 6 – Resposta do Questionário de caracterização dos participantes - piloto

Questões	Respostas
1 – Data de nascimento	Sem resposta
2 – Formação Acadêmica	Ciências Físicas e Biológicas Magistério
3 – Tempo de docência	30 anos
4 - Atua há quanto tempo no Ensino Fundamental (Anos Iniciais)	30 anos e atua no Fundamental de II
5 - Costuma participar de cursos/formações?	SIM

Fonte: produção da autora, 2022.

A questão 1 “Data de nascimento”, causou um desconforto a Participante Inicial, não se sentindo à vontade de falar a sua idade. Para evitar desconfortos semelhantes às demais participantes a questão foi excluída pois, constatamos que as demais serviriam de suporte para os estudos da pesquisa.

Em relação a questão 3, “Tempo de docência”, a Participante Inicial de forma contundente dividiu a questão em duas respostas, o tempo de docência na escola privada e o tempo de docência na escola pública, nessa perspectiva, a questão foi desdobrada em “Tempo de docência” e “Tempo de docência na escola pública” – a separação tem como objetivo investigar as possíveis relações da atuação na escola pública e determinadas respostas dos participantes, no sentido de verificar, por exemplo, se determinadas abordagens ocorrem mais nesse contexto do que em outros.

A questão 4, “Atua há quanto tempo do ensino fundamental - anos iniciais” procura colher pistas sobre as eventuais relações entre a experiência docente e as ações pedagógicas, ao responder essa questão a Participante Inicial não fez comentários para a mudança ou desdobramentos da questão.

Para finalizar, na questão 5 “Costuma participar de cursos/formações” Ao respondê-la, a Participante Inicial ficou em dúvida se deveria elencar todos os cursos e formações referentes à sua atuação como professora polivalente (alfabetização, tecnologia e outros) ou sobre o ensino de matemática, decidiu-se então desdobrar a questão em: “Costuma participar de cursos/formações”, e “Já participou de algum curso/formação específico de ensino de matemática?” e uma outra questão “Qual/quais?”. Após a aplicação do questionário piloto, a

versão final do questionário de caracterização dos participantes da pesquisa (disponível nos Anexos) se deu como mostra o Quadro 7.

Quadro 7 – Questionário final de caracterização das participantes

Questões	Tipo de questão
1 - Formação acadêmica	Resposta longa
2 - Tempo de docência	Resposta curta
3 - Tempo de docência na escola pública	Resposta curta
4 - Atua há quanto tempo no ensino fundamental (anos iniciais)	Resposta curta
5 - Costuma participar de cursos/formações?	Resposta sim/não
6 - Já participou de algum curso/formação específico de ensino de matemática?	Resposta sim/não
7 - Qual/quais?	Resposta longa

Fonte: produção da autora, 2022.

Após o questionário de caracterização das participantes, passamos para a construção da entrevista semiestruturada. Para tal, é necessário definir um roteiro, que é diferente de um questionário, pois o viés é a compreensão do ponto de vista do sujeito sobre o assunto da pesquisa (MINAYO, 1999). Definido o instrumento para a coleta dos dados, passa-se aos estudos para sua construção e organização:

- Primeira etapa – conhecimentos sobre o processo avaliativo, o erro reconstrutivo e o valor posicional do número;
- Segunda etapa – teoria e prática.

Na primeira etapa, o objetivo do roteiro da entrevista está ligado ao processo de ensino e aprendizagem, com foco na avaliação da aprendizagem dos saberes matemáticos, no conhecimento e/ou reconhecimento do erro enquanto reconstrução dos conhecimentos relacionados ao valor posicional do número. O roteiro foi construído a partir do quadro de análise de erros de Borasi (1996 apud CURY, 2007), descrito anteriormente nesse texto. O roteiro da etapa está descrito no quadro 8:

Quadro 8 – Etapa 1 – Roteiro de entrevista: processo de ensino e aprendizagem

Roteiro de entrevista
1 - Quais instrumentos avaliativos você utiliza durante o ano letivo para o trabalho específico com matemática? Prova, trabalhos (individuais ou em grupo).
2 - Quais tipos de atividade você utiliza no trabalho relacionado à matemática?
3 - No processo avaliativo de atividades matemáticas (inclusive provas), que critérios você utiliza para reconhecer que um item ou questão está certo ou errado? Utiliza algum tipo de registro?
4 - O que você compreende por erro matemático?
5 - Como você trata o erro matemático do aluno ao realizar atividades que envolvem o valor posicional do número?
6 - Você propõe momentos nos quais o aluno possa revisar os seus erros relativos ao valor posicional do número, com uma proposta de compreendê-los e refazer seu processo de aprendizagem?

Fonte: produção da autora, 2022.

A partir dos estudos realizados sobre a avaliação da aprendizagem, Luckesi (2011, p. 54) afirma que:

Em primeiro lugar, propomos que a avaliação do aproveitamento escolar seja praticada como uma atribuição de qualidade aos resultados da aprendizagem dos educandos, tendo por base seus aspectos essenciais e como objetivo final, uma tomada de decisão que direcione o aprendizado, e consequentemente, o desenvolvimento do educando.

Com base nos pressupostos ligados à avaliação da aprendizagem, elencados na revisão da literatura, as questões 1, 2 e 3 têm por finalidade analisar a compreensão do professor em relação ao processo avaliativo.

As questões 4, 5 e 6 tem por objetivo levantar as concepções dos participantes acerca do erro matemático e suas construções foram inspiradas na “taxionomia do uso dos erros” de Borasi (1996), é necessário esclarecer que a referida taxionomia, tem por objetivo analisar os erros a fim de eliminá-los, o que não é o objetivo desta investigação.

Na etapa 2 da entrevista, as questões se referem às especificidades dos saberes matemáticos pertencentes ao sistema de numeração decimal e o valor posicional do número. Na revisão de literatura foi possível perceber que os trabalhos de Tracanella (2018), Santos (2017) e Amaral (2015) utilizaram a pesquisa Lerner e Sadovsky (1996), que tinha como objetivo levantar as hipóteses das crianças acerca do sistema de numeração decimal, sendo assim para compor esta etapa foram utilizadas duas situações dos estudos de Lerner e Sadovsky (1996), que tinham o seguinte foco: [...] realizar um estudo que permitisse descobrir quais os aspectos do sistema de numeração que as crianças consideram relevantes ou de seu interesse, quais as ideias que elaboram acerca dos números [...] (LERNER; SADOVSKY, 1996, p. 75).

A situação se refere ao valor posicional do número na escrita numérica, para o roteiro da entrevista, o foco está na concepção dos professores a partir da análise do erro, descritas no quadro abaixo:

Quadro 9 – Etapa 2 – Roteiro de entrevista: objeto matemático (valor posicional do número no SND)

Situação prática	Roteiro da entrevista
A professora “ditou” o número 653, nas produções ela encontrou quatro formas diferentes de escrita: 60053 - 653 – 610053 – 61053	1. De que forma você identifica e classifica cada justificativa? 2. Como esses erros se originaram? 3. Como você observa esses erros? 4. De onde vem esses erros, são originários de onde? 5. Qual o apoio que as crianças utilizaram para escrever o número? 6. Por que você acha que os alunos cometeram esse erro?

	7. Como o reconhecimento do erro contribui para as suas ações pedagógicas?
--	--

Fonte: produção da autora, 2022.

No que se refere ao valor posicional do número na escrita numérica, a primeira situação foi adaptada dos estudos de Lerner e Sadovsky (1996, p. 127): “- A professora “ditou” o número 653, nas produções ela encontrou quatro formas diferentes de escrita: **60053 - 653 – 610053 – 61053**”. Sobre essas descobertas, as pesquisadoras concluem que:

[...] A partir da análise aqui realizada, se torna evidente o importante papel que desempenha a sequência oral no desenvolvimento da escrita numérica. [...]

[...] Sendo assim, a relação numeração falada/numeração escrita é um caminho que as crianças transitam em ambas as direções: não só a sequência oral é um recurso importante na hora de compreender ou anotar as escritas numéricas, como também recorrer à sequência escrita é um recurso para reconstruir o nome do número. [...] (LERNER; SADOVSKY, 1996, p. 128-129).

Conforme mencionado anteriormente, como forma de observar e reorientar o roteiro da entrevista, utilizaremos a entrevista piloto, a fim de validar, reformular ou suprimir as questões. Anunciaremos as respostas por meio da transcrição dos áudios.

Na questão 1 “De que forma você identifica e classifica cada justificativa, a Participante Inicial, responde à questão da seguinte forma:

Participante Inicial: Nesse aqui (60053), ele diz para mim que sabe muito sobre número, ele falou para mim a construção direitinho do número. Nesse aqui ele fez correta.

Pesquisadora: Na segunda resposta?

Participante Inicial: Isso, ele pois direitinho o número nas ordens. Voltando aqui (60053) o que ele fez, juntou o 600 mais o 53, o que ele não dissolveu aqui foi o 50, então, ele está falando para mim que ele conhece muito sobre centena. Aqui (653) ele conhece as ordens, como é a formação do número de verdade. Aqui (610053), esse 1 me preocupa um pouquinho.

Pesquisadora: Na terceira resposta?

Participante Inicial: Esse 6 100 e 53, esse 100 eu perguntaria para ele o porquê de ele ter usado esse, para saber como ele chegou aqui.

Pesquisadora: Na terceira, você falou que perguntaria para ele, mas o que você acha que ele ainda não sabe?

Participante inicial: Ele não sabe o que é 600, porque ele pois o 6 e o 100, certo? Então, ele não sabe que 600 é um número... (professora fica pensativa) ele não sabe que é seis centenas, é isso. Nesse aqui... (61053).

Pesquisadora: A quarta resposta?

Participante inicial: O que não me cabe é esse 10, isso é confuso para mim, então eu preciso saber o porquê, qual desenvolvimento dele para chegar aqui, ele precisa me justificar. Esse 10 não me cabe aqui, essa resposta não cabe. Todas as outras eu considero correta, eu queria que ele chegasse aqui (653).

Percebe-se que a professora não apresenta dificuldades em responder à questão 1, logo decidimos mantê-la sem modificação.

Na questão 2 “Como esses erros se originaram”, a participante ficou em silêncio pensando sobre a questão e pediu que repetisse a pergunta, e mesmo repetindo ainda ficou em silêncio e pensativa. Então, foi acrescentado “de onde você acha que vem essas dificuldades, falta conhecer o quê?”, a professora então, responde prontamente, que falta conhecer a ordem numérica. A partir, da necessidade de um complemento para responder à questão, decidimos suprimir a questão, por observar que ela se repete na questão 4.

Em relação a questão 3 “Como você observa esses erros?”, a professora comenta que já respondeu na primeira questão e ainda afirma que fica repetitivo. Compreendemos que a questão se diferencia, pois, o objetivo é o de que a professora revelasse suas concepções sobre o erro, e as identificasse. Há uma tentativa de aprofundar por parte da pesquisadora, mas, a professora afirma mais uma vez que poderíamos ir para a próxima pergunta. A partir dessa experiência, decide-se suprimir a questão.

Já na questão 4 “De onde vem, esses erros, são originários de onde?”, a Participante Inicial responde da seguinte forma: “*A ordem mesmo, a ordem numérica, que onde a ordem (repensa), o número ocupa no sistema decimal*”, ao ser questionada se quer acrescentar algo, afirma que não.

As questões 5 e 6 foram respondidas com tranquilidade pela Participante Inicial e não fez comentários que indicassem reformulação ou supressão.

Para finalizar, descrevemos a transcrição do áudio da questão 7, “Como o reconhecimento do erro contribui para as suas ações pedagógicas?”.

Participante Inicial: Aqui (653) é conclusivo, aqui (60053) eu teria que levar ele no conhecimento de que os números ocupam lugares, ocupam ordens[...]. Eu falaria para ele compor o número 653.

Pesquisadora: Então observar os erros das crianças contribuem ou não para as suas ações pedagógicas?

Participante Inicial: Contribuem, nossa, é em cima do meu erro que eu construo a verdade, o acerto.

Pesquisadora: O que você constrói em cima do seu erro?

Participante Inicial: Ah, se eu errar e você disser onde está o meu erro, eu vou refletir sobre ele e nessa reflexão tem uma tomada de consciência.

A partir da análise da resposta da Participante Inicial, compreendemos que os desdobramentos referentes às ações pedagógicas dos professores não são possíveis de serem aprofundados neste trabalho, entretanto manteremos a questão 7 “Como o reconhecimento do erro contribui para as suas ações pedagógicas?” com o objetivo de revelar indícios para futuras

pesquisas sobre o desdobramento de ações pedagógicas a partir do reconhecimento e análise do erro do aluno.

4 - ANÁLISE DE DADOS

Este capítulo tem por objetivo apresentar a análise dos dados coletados com professores que ensinam Matemática no Ensino Fundamental (Anos Iniciais) em uma escola municipal de Guarulhos, por meio de dois instrumentos: questionário e entrevista semiestruturada. Ressaltamos que esses professores atuam nos anos iniciais do Ensino Fundamental em caráter polivalente, ou seja, ministram aulas das diversas áreas do conhecimento. O capítulo está organizado em duas seções: Perfil dos participantes e categorias de análise.

4.1 Perfil dos participantes

A aplicação dos instrumentos de pesquisa “questionário de caracterização dos participantes” aqui denominados P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8 e P9, e “entrevista semiestruturada” foi realizada no primeiro semestre do ano de 2022.

O primeiro contato foi feito com a gestora da escola, que concordou em ceder o espaço para a pesquisa. Em um segundo momento, a coordenadora da escola disponibilizou um espaço de tempo para apresentação da pesquisa aos participantes, quando estes foram esclarecidos a respeito da participação, da garantia de sigilo e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), disponível nos Anexos. Após a conversa, foram organizados horários para as entrevistas.

Para a coleta dos dados foram realizados dois encontros com cada participante. No primeiro encontro, foram aplicados o questionário de caracterização dos participantes, por meio do recurso digital “*Google Forms*” (Anexo B) e a etapa 1 - roteiro de entrevista: processo de ensino e aprendizagem (Anexo C). No segundo encontro foi aplicada a etapa 2 - roteiro de entrevista: objeto matemático - valor posicional do número no SND (Anexo D).

Como forma de garantir a fidelidade às falas, a entrevista foi gravada e depois transcrita tal qual as participantes responderam.

A fim de compreender e fornecer subsídios para as análises dos discursos, o tratamento das informações foi organizado em: formação acadêmica; tempo de docência (escola privada e pública); formação específica para o ensino de Matemática

Os dados coletados referente a formação acadêmica estão organizados na Tabela 1:

Tabela 1 – Formação acadêmica dos participantes da pesquisa.

Graduação/ Pós-Graduação	Participante	Qtd
Magistério	P1, P2, P4, P5, P6, P7, P9	7
Pedagogia	P1, P2, P3, P5, P7, P8, P9	7

Letras	P2	1
Educação Física	P6	1
Psicologia	P4	1
Ciências Biológicas	P9	1
Pós-Graduação na área da Educação	P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8	8

Fonte: produção da autora, 2022.

Contata-se que 7 professores que cursaram o Magistério (P1, P2, P4, P5, P6, P7, P9) também cursaram Pedagogia, formação essa básica e obrigatória para a atuação nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental. Encontramos também participantes com Licenciatura em Letras, Educação Física e Ciências Biológica. Um dado que chama atenção é que 8 participantes possuem Pós-Graduação na área da Educação, entretanto nenhuma delas se relaciona a Matemática.

Ao que se refere ao tempo docência, os dados coletados estão organizados na Tabela 2:

Tabela 2 – Tempo de docência

Tempo de docência	Participante	Qtd
18 anos	P4	1
20 anos	P3, P5, P9	3
25 anos	P2, P6, P8	3
27 anos	P7	1
31 anos	P9	1

Fonte: produção da autora, 2022.

A partir da análise da Tabela 2, constata-se que as participantes possuem experiência entre 18 e 31 anos, este indicativo se faz relevante pois, segundo Shulman (1986), a “experiência” docente é uma das fontes da base de conhecimento para o ensino.

Os dados coletados na questão 4 “Atua há quanto tempo no Ensino Fundamental (Anos Iniciais) do questionário de caracterização dos participantes (Anexo B) estão organizados na Tabela 3:

Tabela 3 – Tempo de atuação no Ensino Fundamental (Anos Iniciais)

Tempo de atuação no Ensino Fundamental (Anos Iniciais)	Participante	Qtd
2 anos	P7	1
11 anos	P3	1
13 anos	P4	1
15 anos	P2	1
19 anos	P6	2
20 anos	P5; P9	1
25 anos	P8	1
26 anos	P1	1

Fonte: produção da autora, 2022.

Na Tabela 3, os dados revelam que os participantes possuem experiência no Ensino Fundamental (Anos Iniciais) entre 2 e 26 anos. Observa-se que a Participante 7 (P7), apesar de

relatar que possui 27 anos de experiência docente (Tabela 2), atua somente há 2 anos no Ensino Fundamental, em seu relato afirma que sua maior experiência é na Educação Infantil e ainda está se adaptando aos conteúdos trabalhados no Ensino Fundamental.

Todos os participantes costumam participar de formações como: formação em horário de serviço; formações fora do horário de trabalho (presencial e on-line). Em relação as formações específicas do ensino de Matemática os participantes P1, P3 e P7 afirmam que não participaram de uma formação sistemática do ensino de Matemática. Já os participantes P2, P6 e P9 participaram do Pacto Nacional de Alfabetização na Idade Certa ⁷(PNAIC) voltado para Matemática.

A partir dos dados apresentados podemos traçar o seguinte perfil dos participantes: a maioria tem de 11 anos em diante na atuação dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental, com exceção de uma participante que tem apenas 2 anos de atuação: todas são mulheres; apresentam as mais diversas formações acadêmicas; participam de formações continuadas, porém somente 3 participaram de formações específicas do ensino de Matemática. Após a caracterização das participantes optou-se por utilizar “as participantes” como forma de respeitar o gênero feminino.

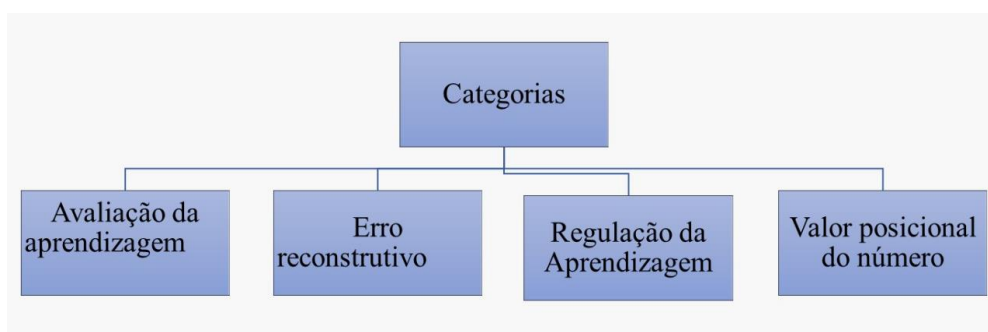
4.2 Análise dos dados: categorias

Esta seção tem por objetivo, a análise dos dados coletados na Etapa 1 - roteiro de entrevista: processo de ensino e aprendizagem (Anexo C). No segundo encontro foi aplicada a Etapa 2 - roteiro de entrevista: objeto matemático - valor posicional do número no SND (Anexo D)

Para a apresentação dos dados obtidos nos discursos (entrevista semiestruturada), foram organizadas quatro categorias, a saber:

⁷ O Pacto Nacional de Alfabetização na Idade Certa (PNAIC), foi um programa federal no qual os municípios e estados poderiam aderir com objetivo de: [...] proporcionar proficiência em língua portuguesa e em matemática a todas as crianças, ao final do terceiro ano do ensino fundamental da educação básica pública[...]. O principal eixo é a formação continuada dos professores alfabetizadores (que atuam nos 1ºs, 2ºs e 3ºs anos) em cursos presenciais com duração de 2 anos. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/component/tags/tag/pacto-nacional-pela-alfabetizacao-na-idade-certa>. Acesso em: 10 de dez. 2022.

Figura 5 – Organograma das categorias de análise



Fonte: produção da autora, 2022.

A primeira categoria trata do assunto **avaliação da aprendizagem**, onde são reveladas as concepções, os conceitos que as participantes têm a respeito do processo avaliativo, dos instrumentos e das estratégias de verificação.

A segunda categoria trata do **erro construtivo**, onde são reveladas as percepções que as participantes têm sobre alguns momentos relacionados ao erro do aluno, sendo ele: identificação do erro.

A terceira categoria versa sobre a **regulação da aprendizagem**, novamente apresentando as percepções, se há ou não tomada de ação e quais seriam, a partir da identificação do erro do aluno quando envolve o valor posicional do número. Além disso, nessa categoria está embutida a ideia de oportunizar que o próprio aluno repense e reflita sobre o erro, realizando assim estratégias de regulação e autorregulação da aprendizagem.

Por fim, a quarta categoria apresenta as condições do conhecimento das participantes acerca do **valor posicional do número**, portanto, são reflexões sobre: o conceito, emprego de termos próprios da linguagem matemática e a relação estabelecida entre o domínio do objeto matemático enquanto sujeito e ensinar sobre esse objeto enquanto docente.

4.2.1 Avaliação da aprendizagem

Esta categoria tem por objetivo identificar: conceitos, instrumentos e estratégias de verificação relacionados à avaliação da aprendizagem. Quando da análise do discurso das participantes da pesquisa, as relações e interpretações foram elaboradas a partir dos estudos realizados por Luckesi (2011), Hoffmann (2014) e Perrenoud (1999, 2000, 2010).

Os elementos de análise de dados para esta categorização foram retirados do instrumento entrevista sobretudo nas questões 1, 2 e 3 (Anexo C):

Etapa 1 - Questões:

1- Quais instrumentos avaliativos você utiliza durante o ano letivo para o trabalho específico com matemática? Prova, trabalhos (individuais ou em grupo).

2 - Quais tipos de atividade você utiliza no trabalho relacionado à matemática?

3 - No processo avaliativo de atividades matemáticas (inclusive provas), que critérios você utiliza para reconhecer que um item ou questão está certo ou errado? Utiliza algum tipo de registro?

No Quadro 10 estão organizadas as categorias principais e seus respectivos desdobramentos, cada um deles apresentando uma ou mais falas ilustrativas, que fundamentam tal organização. Além disso, a leitura do quadro deve ser realizada considerando os dados da coluna “Qtd.” que equivalem a quantidade de vezes que a categoria foi citada/percebida no discurso das participantes.

QUADRO 10 - Percepções sobre a avaliação da aprendizagem

Categorias	Percepções dos professores	Qtd.	Falas ilustrativas
Conceitos	Avaliação contínua (acontece o tempo todo)	3	P1 - Sim, o tempo todo a gente avalia [...] P3 - Sim, eu fico o tempo todo observando para eu saber qual é a dificuldade que o aluno está encontrando P6 - O dia a dia né, em primeiro lugar porque a gente está sempre avaliando o aluno, o tempo todo [...]
	Avaliação como verificação do status das aprendizagens	1	P2 - É, mais que avaliar é ver o entendimento da criança, é saber por onde a gente vai focar mais, por onde a gente vai caminhar.
	Avaliação de processo (formativa)	3	P2 - Eu considero a estratégia que a criança usou para realizar aquele exercício, prova, não sei. [...] Que critério que ela usou, o que ela pensou para chegar naquilo, né. P8 - Eu nunca dei errado para um aluno que fez a ideia correta e errou o resultado.
	Avaliação somativa (produto)	3	P3 - É eu coloco certo ou errado mesmo. P7 - Eu avalio se ele conseguiu realizar a conta, se ele conseguiu realizar a estratégia de forma correta.
Instrumentos	Situações-problema	2	P1: Eu foco mais nas situações-problemas, que ela está voltada mais para o cotidiano dele.
	Prova	5	P8 - preparo prova para eles, não uso só as que vem de fora, as externas.
	Trabalhos em grupo	3	P9 - tem atividade de desafio em que eles podem trabalhar em grupinho.
	Recursos pedagógicos (materiais concretos)	9	P3 - então, eu procuro usar o tangram, para as formas geométrica né, massinha para os sólidos geométricos [...]. Eu gosto de dar bingo,
	Exercícios	3	P4 - [...] dou o exercício avaliativo de tenho costume de fazer isso em dupla, porque você consegue avaliar até

			<i>onde vai o conhecimento do aluno em dupla quando ele está conversando com o outro.</i>
	Livro didático	3	<i>P3 - [...]com as propostas do livro e atividades que a gente faz complementares.</i>
Estratégias de verificação	Correção Individual	2	<i>P7 - Olha, eu fiz muito individual para saber como eles estão, como forma de avaliação.</i>
	Correção Coletiva	3	<i>P3 - Coletiva, a correção é coletiva, assim, eu dou uma avaliação igual eu dei o ano passado para saber como eles estavam, as dificuldades deles. Aí depois, que eles fizeram tal, aí, a gente foi corrigindo exercício por exercício juntos, refazendo os exercícios.</i>
	Registros das percepções a partir da avaliação (anotações diversas)	4	<i>P3 - Então, aí eu registro onde está a dificuldade de cada aluno. Vamos supor, eu faço no caderno né, na hora de corrigir eu já faço uma anotação. P9- Registro tenho lá, nós temos o semanário aquele aluno quem tem maior dificuldade, a gente vai registrando as dificuldades.</i>

Fonte: produção da autora, 2022.

Ao analisar os dados expressos no Quadro 10, no que tange ao conceito de avaliação, percebe-se que há indicações de práticas de “avaliação contínua”, assim como também de “avaliação de processo (formativa)” e sobre isso, é importante ressaltar que há substancial diferença entre essas ideias; a partir das falas ilustrativas percebe-se que quando se fala em avaliação contínua, esta refere-se à uma ideia muito fluída, abrangente e subjetiva, ou seja, falta clareza do objetivo da avaliação, das intervenções e da própria intencionalidade do ato. Já as falas sobre a avaliação formativa revelam clareza sobre esses mesmos itens. Ainda sobre o conceito de avaliação, percebe-se também as indicações que reconhecem a avaliação como verificação do status da aprendizagem e a importância de considerar o produto.

Quanto aos instrumentos percebe-se que há variedade (situação-problema, livro didático, trabalho em grupo e prova). No entanto, o grande destaque vai para um ponto que chamou muita atenção durante as análises: utilizar materiais concretos para avaliar, na maioria dos casos, o Material Dourado, como podemos perceber, mais uma vez, nas falas da P1 e P4:

P1 - [...] tem o material dourado para que ele entenda, por exemplo, aquele negócio de sobe 1, tira daqui, empresta para quê, não é.

P4 - [...] aí eu vou para o material concreto... o mais concreto que eu posso, que a gente mais usa é o material dourado. Certo. Então, ele vai entender que uma barrinha, eu faço ele contar os quadradinhos, que ali são 10, aquela barrinha ela vai ficar representada pela dezena, não é só 1 barrinha, na verdade são 10 quadradinhos, e tento ir por esse caminho.

A respeito das estratégias de verificação, percebe-se que houve a indicação de três, sendo: correção individual, correção coletiva e registro (em geral). Nesse campo, destaca-se a

estratégia de correção coletiva, isso foi justificado nos discursos, citando situações como: grande quantidade de alunos por turma e pouco tempo, conforme observa-se na fala da P5:

[...] geralmente a correção é coletiva, porque você não dá conta de ver de um em um, você não dá conta.

Por fim, a análise do discurso na categoria “Avaliação da aprendizagem” indica que as participantes reconhecem a essencialidade da avaliação, entendem-na enquanto uma constante, bem como indicaram compreender a importância do emprego de diversos instrumentos e da correção como parte da avaliação, assim como o papel do registro no acompanhamento das aprendizagens.

4.2.2 Percepções do erro

Esta categoria tem por objetivo identificar as percepções que os professores têm sobre o erro. Vale destacar que, inicialmente, o objetivo era além de identificar como eles percebem o erro, aprofundar nas possíveis ações e desdobramentos que seriam realizados a partir dessa identificação. No entanto, após análises primárias do discurso, optou-se por manter o enfoque na questão central: a identificação do erro.

Para o desenvolvimento da análise, as relações e interpretações foram elaboradas com embasamento nos estudos realizados por Piaget (1981, 1983, 1996); Perrenoud (2010) e Borasi (1996). Os elementos de análise de dados para esta categorização foram retirados do instrumento Etapa 1 - Entrevista, sobretudo nas questões 3, 4, 5 e 6 (Anexo C).

Etapa 1 - Questões:

3 - No processo avaliativo de atividades matemáticas (inclusive provas), que critérios você utiliza para reconhecer que um item ou questão está certo ou errado? Utiliza algum tipo de registro?

4 - O que você compreende por erro matemático?

5 - Como você trata o erro matemático do aluno ao realizar atividades que envolvem o valor posicional do número?

6 - Você propõe momentos nos quais o aluno possa revisar os seus erros relativos ao valor posicional do número, com uma proposta de compreendê-los e refazer seu processo de aprendizagem?

QUADRO 11- Percepções de erro

Categorias	Percepções dos professores	Qtd.	Falas ilustrativas
Identificação do erro	Erro como produto diferente do esperado	3	P2 - Ela erra na hora da estratégia, o pensamento que ela não (pausa) conseguiu compreender o que eu pedi. P2 - Porque se eu der aquilo e ele não conseguiu, é porque ele não consegue atingir (pausa). P4 - Tá, os resultados que forem equivalentes ao certo, eu considero certo. P7 - Em relação a matemática, como é uma matéria de exatas, é muito complicado, por exemplo assim, se ele for fazer uma prova realmente, é claro que o resultado tem que estar correto, a conta tem que ter o resultado correto.
	Erro como processo de construção do conhecimento	5	P8 - Então, a gente costuma muito falar que a Matemática é uma matéria exata né, só que não é, principalmente quando eles estão construindo isso, então, eu para mim, o erro é uma construção deles para entender o processo para interiorizar, enfim, até a questão do como é que fala, do abstrato, né, que demora um pouco mais para chegar.
	Dificuldade em definir o que é erro	4	P2 - É, um erro, não porque na verdade não chega a um ser um erro né, não é erro, se a criança não sabe, não tem como ela errar. P5 - Porque a criança, às vezes, pode errar na resposta, mas ela [...] pensou certo, entendeu?

Fonte: produção da autora, 2022.

Ao analisar os dados expressos no Quadro 11, no que tange ao conceito de erro, percebe-se que há uma variação no entendimento quando do diagnóstico da decisão a respeito de algo estar errado ou não. Outro dado significativo apresenta-se na concepção de que o aluno erra quando o produto não é o esperado, aqui, se o resultado não foi o esperado, tal situação é chave para a determinação de “erro”, conforme se observa na fala da P3.

P3 - Ah, eu acho assim é.... (pausa), ah é a criança não conseguir realizar, tipo, por exemplo, uma conta mesmo, eu acho que é um erro né.

O destaque desta categoria está num ponto que foi revelado ao longo da análise do discurso: há uma dicotomia por parte de alguns participantes em definir com segurança o que entende por erro, por vezes oscilando, ora trazendo como não acerto, ora trazendo como oportunidade de investigação do processo de aprendizagem. Em alguns casos, a mesma

participante responde contemplando esses dois aspectos como se fossem complementares. A fala da P4 ilustra tal dicotomia:

P4 - O erro eu acho que matemática, que... eu não sei se pode ser chamado de erro (professora indaga ela mesma), quando a criança não compreende o conceito ela não vai conseguir realizar a atividade.

Ao longo da análise, percebe-se que há uma mistura de concepções fomentada pela ideia de que a Matemática é uma ciência exata, portanto, um produto diferente do esperado, por si só implica erro, conforme exemplificado na fala da P7.

P7 - Em Matemática tem que ter um resultado correto, não tem jeito $3+3$ é 6, não tem jeito, né. Agora, se ele montou a conta corretamente, unidade embaixo de unidade, dezena embaixo de dezena, né, e ele errou alguma conta por que ele se distraiu como eu falei, eu levo isso em consideração para fazer intervenção, mas o resultado é exato não tem como fugir disso.

Segundo Piaget (1986), a construção do conhecimento acontece por meio do equilíbrio e desequilíbrio das estruturas cognitivas, ao refletir sobre a fala da P7 percebe-se que o erro é cometido simplesmente por distração, e não por organizações e reorganizações das estruturas mentais. Segundo Brousseau (1996) o professor assume o papel de mediador, o que implica na busca de situações que deem sentido ao saber para que de fato o aluno possa refletir sobre a sua aprendizagem.

Por fim, a maioria das participantes reconhece o erro como parte do processo, explicitado na não exatidão de uma ou mais etapas do processo de aprendizagem.

4.2.3 Regulação da aprendizagem

Esta categoria tem por objetivo identificar as percepções que os professores têm sobre a regulação e a autorregulação da aprendizagem. Para o desenvolvimento da análise, as relações e interpretações foram elaboradas com embasamento nos estudos realizados por Luckesi (2011) e Perrenoud (1999, 2000, 2010). Os elementos de análise de dados para esta categorização foram retirados do instrumento Etapa 1 - Entrevista, sobretudo nas questões 5 e 6; e no instrumento Situação Prática (Anexo C) e Situação 2 da Etapa 2 (Anexo D):

Etapa 1 - Questões:

5 - Como você trata o erro matemático do aluno ao realizar atividades que envolvem o valor posicional do número?

6 - Você propõe momentos nos quais o aluno possa revisar os seus erros relativos ao valor posicional do número, com uma proposta de compreendê-los e refazer seu processo de aprendizagem?

Etapa 2 - Situação Prática:

A professora “ditou” o número 653, nas produções ela encontrou quatro formas diferentes de escrita:

60053 - 653 – 610053 – 61053

Questões

1. De que forma você identifica e classifica cada justificativa?
2. Como esses erros se originaram?
3. Como você observa esses erros?
4. De onde vem esses erros, são originários de onde?
5. Qual o apoio que as crianças utilizaram para escrever o número?
6. Por que você acha que os alunos cometeram esse erro?
7. Como o reconhecimento do erro contribui para as suas ações pedagógicas?

No Quadro 12, estão organizadas as categorias principais e seus respectivos desdobramentos, cada um deles apresentando uma ou mais falas ilustrativas, que fundamentam tal organização. Além disso, a leitura do quadro deve ser realizada considerando que os dados da coluna “Qtd.” equivalem a quantidade de vezes que a categoria foi citada/percebida no discurso das participantes.

QUADRO 12 – Percepções sobre a regulação da aprendizagem

Categorias	Percepções dos professores	Qtd.	Falas ilustrativas
Estratégias de regulação	Contagem por acerto e erro	6	P1 - Eu faço uma tabulação, por exemplo, nesses dois problemas que eu dei, onde mais erraram, onde mais tem dificuldade, ah já percebi, não perceberam o que é por exemplo, dúzia. Então, volta lá, vamos trabalhar dúzia, dezena. P6 - Eu acho que por mais que esteja errado, ele fez todo o raciocínio e errou lá no resultado, então, eu considero um meio certo. P7 - Em Matemática tem que ter um resultado correto, não tem jeito $3+3$ é 6, não tem jeito, né. Agora, se ele montou a conta corretamente, unidade embaixo de unidade, dezena embaixo de dezena, né, e ele errou alguma conta porque ele se distraiu como eu falei, eu levo isso em consideração para fazer intervenção, mas o resultado é exato não tem como fugir disso.
	Explicação	4	P1 - A princípio, agora nesse começo eu faço tudo na lousa, eu mostro, faço na lousa e peço que ele vá até a lousa, coloque alguma coisa.
	Regulação a partir de amostragem	3	P3 - [...] aí eu vejo aqueles que têm mais facilidade, então eu pego aqueles que têm mais dificuldade e trago até a lousa para eles fazerem junto e eles entenderem.
	Autoavaliação	1	P1 - Sim, o tempo todo, a autoavaliação né [...].

Estratégias de autorregulação	Conduzir o aluno a uma reflexão sobre o objeto matemático	6	P3- [...] eu tenho o costume de passar nas mesas, né. Então, eu falo: “isso aqui não está legal, tem alguma coisa errada”, eu falo: “tem alguma coisa errada, vamos ver” P6 - Eu gosto de considerar muito a estratégia do pensamento deles, tá. E eu ensino eles desde o início do ano, seja a turma que for, então eu falo assim para eles a Matemática ela é exata, mas eu quero saber como você pensou. P7 - “Vamos fazer os numerais de 0 a 50, é um exemplo que eu estou dando, a mesma coisa com as contas: “Professora está certo?”, eu falo assim, “Olha, presta atenção, dá uma olhadinha de novo, devagar, tem um número aí, olha só, eu vou dar uma dica”.
--------------------------------------	---	---	---

Fonte: produção da autora, 2022.

Ao analisar os dados expressos no Quadro 12, no que tange à regulação da aprendizagem percebe-se que as participantes reconhecem a presença e a importância da regulação no processo, aprofundando ainda, até questões de autorregulação. Tal intenção de “autorregulação” foi revelada nas falas com intencionalidade voltada a uma condução de reflexão e tomada de consciência (do aluno) sobre o próprio percurso na consolidação do conhecimento, o que fica explicitado na fala da P2.

P2 - Tento desenvolver de uma outra forma (demonstrou dúvida ao responder), entendeu? Eu tento fazer com que ela perceba que não é aquilo de uma outra maneira, que não falar assim “aquilo está errado, não é assim” [...] eu vou instigando.

Assim como citado na categoria de Avaliação, nota-se aqui a mesma ação docente voltada ao coletivo, portanto, prevalece o tratamento mais generalizado em comparação às abordagens individuais. Isso fica explicitado quando as participantes indicam que fazem a regulação por meio de amostragem, conforme destaca a P1.

P1- Isso, porque a gente vai passando né, então pego como amostra, passei aqui oh, da sala com 28, 18 não conseguiu já é uma amostra para mim.

Como considerações finais desta categoria, destaca-se que há intencionalidade de regulação das aprendizagens, há um cuidado por parte das participantes em garantir a construção do conhecimento, revelando nas falas como realizam tal ação na prática. Um ponto importante é que citam a retomada da explanação do conteúdo, a necessidade de refazer percursos e até mesmo de replanejar a aula. Por fim, a análise do discurso revela algumas estratégias de regulação, mas ainda não de forma sistematizada e apresentando pouca clareza sobre as estratégias de autorregulação.

4.2.4 Valor posicional do número

Esta categoria tem por objetivo identificar as percepções que os professores têm sobre o valor posicional do número. Para tanto, foram explorados: conceitos, aproximações quanto ao emprego de termos próprios da linguagem matemática, domínio do objeto matemático (como sujeito - o professor sabe? Como ele ensina o objeto matemático).

Para o desenvolvimento da análise, as relações e interpretações foram elaboradas com embasamento nos dados revelados pela pesquisa de Lerner e Sadovsky (1996). Os elementos de análise de dados para esta categorização foram retirados do instrumento Etapa 1 - Entrevista, sobretudo nas questões 5 e 6 (Anexo C) e no instrumento Etapa 2 - Situação Prática (Anexo D).

Etapa 1 - Questões:

5 - Como você trata o erro matemático do aluno ao realizar atividades que envolvem o valor posicional do número?

6 - Você propõe momentos nos quais o aluno possa revisar os seus erros relativos ao valor posicional do número, com uma proposta de compreendê-los e refazer seu processo de aprendizagem?

Etapa 2 - Situação Prática:

A professora “ditou” o número 653, nas produções ela encontrou quatro formas diferentes de escrita:

60053 - 653 – 610053 – 61053

Questões

8. De que forma você identifica e classifica cada justificativa?
9. Como esses erros se originaram?
10. Como você observa esses erros?
11. De onde vem esses erros, são originários de onde?
12. Qual o apoio que as crianças utilizaram para escrever o número?
13. Por que você acha que os alunos cometeram esse erro?
14. Como o reconhecimento do erro contribui para as suas ações pedagógicas?

No Quadro 13, a seguir, estão organizadas as categorias principais e seus respectivos desdobramentos, cada um deles apresentando uma ou mais falas ilustrativas, que fundamentam tal organização. Além disso, a leitura do quadro deve ser realizada considerando que os dados da coluna “Qtd.” equivalem à quantidade de vezes que a categoria foi citada/percebida no discurso das participantes.

QUADRO 13 – Valor posicional do número

Categorias	Percepções dos professores	Qtd.	Falas ilustrativas
Conceito	Ideia valor posicional como conhecimento social	2	<i>P1 - Ela traz a ideia de vivência, eu já tive uma vez um aluno que trabalhava na feira com o pai, pensa nesse menino fazendo troco, pensa esse menino calculando a caixa de banana, o peso que o pai falava, sabe quantas bananas ele vendeu</i>
	Tem que ser ensinado com o apoio de recursos pedagógicos	9	<i>P2 - Eu procuro trabalhar no concreto.</i> <i>P3 - [...] acho que o melhor método para ele entender é o material dourado.</i> <i>P5 - [...] eu dou a oportunidade deles, fazerem no concreto, eu peço para eles utilizarem a mão ou os lápis, então, se eu percebo que ela consegue fazer a estratégia no concreto ela sabe fazer só não sabe organizar aquilo [...]</i> <i>P6 - Eu estou trabalhando muito material dourado, muito, tá. Então eu vou tentando trabalhar isso nessa prática do material dourado para ele entender a trocas, para ele entender a história do vai “1”, do “emprestar” na subtração, né, estou falando em termos deles.</i>
	Não conseguiu definir ou definiu equivocadamente (mistura de conceitos matemáticos)	6	<i>P7 - Então, eu explico... eu faço a explicação desde a unidade até unidade de milhar, nesse caso a centena, 380, e eu dou bastante atividade, que eles tem que entender o que é uma dezena, uma dúzia, o que é unidade, o que é dezena, o que é centena.</i> <i>P9 - E a questão da situação-problema... ah... você perguntou sobre o valor posicional. Isso só sobre o valor posicional (interrupção externa)... “A professora interrompe falando que precisava voltar para a sala e não respondeu a questão 6. Também não demonstrou interesse em terminar a entrevista. Justificou que trabalha em 2 cargos e que ficava muito puxado para ela.”</i>
Aproximações quanto ao emprego de termos próprios da linguagem matemática		4	<i>P3 - [...] eu tento explicar que reagrupar, que a gente falar emprestar, eu gosto de falar reagrupar, está passando uma dezena para cá e não uma unidade para cá, então eles tem que entender a posição</i> <i>P5 - eu tenho na verdade que fazer o quadro do valor posicional para eles realmente colocarem os números nas suas casinhas devidas para entender o porquê do zero permanecer intercalado</i>
		4	<i>P2 - Que nem a gente estava trabalhando a posição do número “primeiro, segundo, terceiro”, então eu peguei uma criança, escrevi “primeiro”</i>

Domínio do objeto matemático (como sujeito - o professor sabe?; como ele ensina o objeto matemático).			num papelzinho, “você é o primeiro, você é o segundo, você é o terceiro. Se ficar assim você vai ser o primeiro, não, se ficar assim você vai ser o primeiro?”, tento fazer com que ele compreenda de outras maneiras. P5 - Quando você apresenta a “casinha” que é o valor posicional, a “casinha” da unidade e a casinha da dezena.
--	--	--	---

Fonte: produção da autora, 2022.

Antes de explicar sobre os dados revelados no Quadro 13, é importante registrar aqui uma situação relevante quando da realização das entrevistas na escola. Duas participantes ao discursarem sobre o conceito de valor posicional, demonstraram desconforto. Uma delas declarou que “não se sentia à vontade para seguir respondendo”, justificando que sua experiência docente era maior na Educação Infantil; tal fato revela que há insegurança em discorrer sobre o valor posicional do número no sistema de numeração decimal, considerando-o um “conteúdo” do Ensino Fundamental. A outra participante não concluiu as respostas quando a pesquisa avançou para a Etapa 2 - Situação Prática, relatando “estar ocupada”.

Ao analisar os dados expressos no Quadro 13, é possível notar que há um entendimento de que o aprendizado do valor posicional está implicitamente ligado ao uso de materiais concretos. Houve alta incidência da indicação do uso de recursos pedagógicos para o ensino do valor posicional do número, com destaque absoluto para o “Material Dourado”. Ao detalhar as ações pedagógicas realizadas, percebe-se que há uma ideia de que a disponibilização do material, por si só, incide na aprendizagem do objeto matemático, conforme ilustra a fala da P9:

P9 - “Faz aí o 3”, aí ele vai pegar lá o material dourado e vai montando, mas, antes eu vou dialogando, mostrando que ali no valor da dezena que 30, que é 3 dezenas $10+10+10$, eu vou conversando com eles muito, essa questão da história da Matemática, né, aí ele vão percebendo. Eu acho muito importante essa questão do material dourado para ele perceber...

Outro aspecto relevante é que ao responderem à entrevista, os exemplos que as participantes deram fizeram alusões às operações matemáticas de adição e subtração, ou seja, não indicaram exemplos relacionados especificamente ao objeto valor posicional do número. A fala da P7 ilustra isso.

P7- Então, ele confundem muito, a unidade com a... a posição da unidade principalmente, e na hora de somar ele confundem, então, por exemplo, já aconteceu, é vamos supor $10+10$ é 20, não outra conta, por exemplo, $21+19$, então $0+9$ são 10

Houve casos em que se revelou também uma dificuldade em explicar o que é valor posicional do número, confundindo-o, inclusive com numerais ordinais. Destaca-se que houve incidência de participantes que não conseguiram organizar na fala uma definição clara se sabia o conceito de valor posicional do número e se sabia ensinar tal conceito. Isso pode ser exemplificado na fala da P2.

P2 - Então, aí eu fico pensando se não me falta, eu fico pensando no que eu não consegui explicar, o que eu não consegui atingir para ela poder chegar naquele.

Quando da análise aprofundada da Situação Prática, mais uma vez, percebe-se uma dicotomia de entendimento. Isso porque, na situação (LERNER; SADOSVKY, 1996) é ditado o número 653 a quatro alunos e cada um registra de uma forma diferente. Quando indagadas sobre as respectivas respostas dos alunos, algumas participantes revelaram que os que não responderam à situação de forma convencional “653” tem como causa não saberem sobre o valor posicional do número. Isso pode ser exemplificado na fala da P1.

P1 - Ela não escreveu o número 653 de forma correta porque ainda está complementando a casa das unidades.

Por outro lado, houve casos em que a participante mostra uma tentativa de compreender para si e para explicar ao outro cada uma das respostas dos alunos, conforme percebe-se na fala da P4.

P4 - Aqui (600 53) o aluno está apoiado na fala do número, então ele escreve conforme a fala. Aqui (653) o aluno conseguiu compreender a escrita do número, está apropriado do... Aqui (610053), ele sabe o que é 53, mas não tem noção do 600 [...]

Por fim, conclui-se sobre esta categoria que o valor posicional do número, para as participantes desta pesquisa, ainda representa um campo a ser fortalecido, pois a análise dos dados indica que não há segurança ao definir o conceito, há conflitos sobre as nomenclaturas, com destaque para chamar a casa decimal de “casinha”, há certa confusão entre o que chamam de valor posicional com operações matemáticas e há também quem reconheça o objeto matemático apenas em sua representação formal, entendendo as demais representações simplesmente como “erro”.

Neste capítulo, os dados revelam que os professores compreendem a importância da avaliação, ora como verificação do status da aprendizagem, ora como determinação do “não” saber algo. Com relação, a ideia de erro como parte do processo de aprendizagem, aparece de forma tímida nos discursos prevalecendo a ideia do erro enquanto distração e não como etapas de um processo.

5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa teve como objetivo investigar as concepções dos professores a partir da percepção do erro por meio da avaliação da aprendizagem envolvendo a representação do número e seu valor posicional no sistema numérico decimal, tendo como cenário os Anos Iniciais do Ensino Fundamental.

O problema de investigação de investigação apresentado foi: **“Quais percepções são reveladas por um grupo de professores de uma escola municipal da cidade de Guarulhos em momentos de avaliação e constatação de erros (dos alunos) que envolvem o valor posicional no sistema numérico decimal?”**. Nessa perspectiva, para responder ao problema utilizou-se da metodologia de pesquisa qualitativa. O instrumento para coleta de dados foi uma entrevista semiestruturada (dividida em duas etapas) e um questionário para a caracterização dos participantes. Nesse intento, a análise dos dados coletados foi realizada com a técnica de análise de conteúdo (BARDIN, 2011).

Para organizar e apresentar os dados obtidos pela pesquisa foram criadas quatro categorias: avaliação da aprendizagem, concepção de erro, regulação da aprendizagem e valor posicional do número. Cada uma das categorias resultou em desdobramentos que revelaram, com mais profundidade, as percepções dos participantes.

Na categoria **Avaliação da Aprendizagem**, condutor pedagógico sem o qual a percepção do erro, de regulação e da construção do próprio conceito de valor posicional do número seria inviável, esta pesquisa revelou que os participantes a consideram como parte essencial do processo de construção do conhecimento, explicitando sua característica de constância, ainda que, entendida por alguns como uma prática diluída, que por si só perpassa o dia a dia na escola. Sobre isso, foram citadas falas usando a expressão “avaliação contínua”, sem indicar com clareza a intencionalidade, os momentos e as ações posteriores.

Na categoria **Concepção de Erro** esta pesquisa revelou que há oscilação ao definir o que é o erro do aluno a respeito do valor posicional do número. Percebeu-se que há uma dicotomia para definir se o erro é o contrário do acerto ou se é parte do processo de construção do conhecimento. As falas revelaram uma dificuldade para explicar, de modo claro e objetivo, o que é erro quando um aluno erra. No entanto, ao aprofundar a análise, é possível identificar pontos que, embora indiquem que o erro é um produto diferente do esperado, ainda assim ele apresenta indícios/informações que podem agregar positivamente na aprendizagem, tendo em vista que o conhecimento é construído.

Na categoria **Regulação da Aprendizagem** a pesquisa revelou que as participantes entendem que a regulação é um processo de condução, no qual o docente tem a função de mostrar ao aluno o erro e dar subsídios para que ele o corrija. Isso ocorre, sobretudo, por meio da oralidade, da exposição, da correção coletiva e de intervenções eventualmente pontuais. Não se pode deixar de citar que houve participantes que reconheceram o erro como parte do processo, assim, é necessário entender/identificar como o aluno pensa e como ele foi elaborando o conhecimento sobre determinada situação/objeto matemático. Isso revela uma intenção de autorregulação, ainda que inicialmente, seja conduzida pelo professor.

Na categoria **Valor Posicional** do Número a pesquisa revelou que a Matemática é entendida como um saber construído socialmente, porque “está na vida”. O que imbui a ideia de que os conhecimentos seriam construídos a partir das experiências de vida dos sujeitos, ou seja, “a Matemática está na vida, não precisa ser ensinada formalmente”. Outro ponto interessante que foi percebido durante a análise dos discursos é que os participantes associam e entrelaçam sua própria trajetória pessoal com a profissional, resultando em práticas pedagógicas embasadas na ideia “ensino Matemática como aprendi Matemática”. Durante as entrevistas muitos participantes foram, ao longo da narrativa, fundamentando suas respostas com passagens pessoais sobre si mesmos ou até sobre o processo de escolarização dos filhos.

Nesta categoria também foi revelado que: não há clareza para conceituar o que é valor posicional do número e a premissa de que é essencial a disponibilização de algum material concreto (como tampinhas, palitos de sorvete, lápis de cor etc.), nesse quesito o grande destaque está no “Material Dourado”, citado por todos.

No entanto, ao aprofundar a análise do discurso, percebe-se que o próprio uso do material não está voltado ao ensino do valor posicional, mas, sim, serve como apoio indireto, uma vez que as propostas desenvolvidas envolvem, majoritariamente, as operações de adição e subtração, portanto, o uso do “Material Dourado”, na prática, atua como estratégia de contagem e não como ferramenta para construção das ideias de agrupamentos, composição e decomposição, transformação decimal e afins. Tal movimento faz com que o olhar para a identificação e a própria definição do que é o erro (categoria anterior) fique permeada pela ideia de que se o aluno errar o resultado da operação na forma sistematizada (algoritmo) proposta com o “Material Dourado”, consequentemente, ele errou o valor posicional do número, ou seja, não está claro o conceito de valor posicional do número.

Para além das informações percebidas nas categorias, faz-se necessário discorrer sobre outras impressões que, embora em segundo plano, ainda contém dados relevantes no que diz respeito à Educação Matemática.

Quando da aplicação da Situação Prática alguns dos participantes demonstraram certo desconforto, *a priori*, em participar de uma pesquisa e, à medida que as questões avançavam e buscavam aprofundar a coleta de dados sobre o objeto matemático propriamente dito tal desconforto acentuou-se. Quando indagados sobre o porquê de tal desconforto, os participantes “justificaram” apontando insuficiências em sua formação inicial (graduação). Outro ponto importante é atrelado a isso: uma pequena amostra dos participantes havia passado por alguma formação continuada específica sobre Matemática.

Diante das informações e reflexões apresentadas neste capítulo, entende-se que o objetivo e o problema da pesquisa do modo como foram apresentados encontram-se atendidos. Porém, o que de modo algum, significa dizer que o objeto de estudo foi esgotado, pois ao longo da análise dos dados e da construção das categorizações, muitos outros aspectos essenciais à Educação Matemática foram se apresentando como possibilidades futuras de pesquisa e aprofundamento. Assim, apontaram-se novos horizontes e possibilidades de pesquisa, como por exemplo as condições da presença da Educação Matemática nos cursos de Licenciatura em Educação, em especial a compreensão de como as disciplinas e suas ementas encontram lugar específico para as Didáticas do Ensino de Matemática e suas abordagens conceituais para os processos diferenciados de aprendizagem e ensino do conteúdo, o domínio, por parte dos docentes, sobre os objetos matemáticos que ensinam, e as ações pedagógicas que se desdobram a partir da constatação do erro.

REFERÊNCIAS

ALMOULOUD, S. A. **Fundamentos da didática da matemática**. Curitiba: Editora da UFPR, 2010.

_____. Articulação entre História e Didática da Matemática: aspectos teórico-metodológicos para o ensino. In: OLIVEIRA, G. P. de. (Org.). **Educação matemática: epistemologia, didática e tecnologia**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2018.

ALMOULOUD, S. A.; SILVA, M. J. F. da. Construção do referencial teórico de uma pesquisa educacional. **Pesquisa em educação e educação matemática: um olhar sobre a metodologia**. Curitiba, CRV, 2019.

AMARAL, H. H. **Sistema de numeração decimal: conhecimentos profissionais e práticas escolares de professores do 2º e 3º ano do 1º ciclo do ensino fundamental**. 2017. 201 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Educação, Cuiabá, 2015.

ARTIGUE, M. El desarrollo de la didáctica de las matemáticas, una mirada internacional. **Revista Chilena De Educación Matemática**, 12(3), 83-95, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.46219/rechiem.v12i3.38>. Acesso em: 30 mar. 2007.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Tradução Luís Antero Reto/Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70, 2011.

BOALER, J. **Mentalidades Matemáticas: estimulando o potencial dos estudantes por meio da matemática criativa, das mensagens inspiradoras e do ensino inovador**. Porto Alegre: Penso Editora Ltda, 2018.

BORASI, R. **Capitalizing on errors as "springboards for inquiry": a teaching experiment**. Journal for research in mathematics education. V. 25, n. 2, p. 166-208, mar. 1994.

_____. **Reconceiving mathematics instruction: a focus on errors**. Norwood, NJ: Ablex Publishing Corporation, 1996.

BRASIL. Lei no 9.394, de 20 de dezembro de 1996. **Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Brasília (DF), 1996. Disponível em: . Acesso em: 29 jan. 2022.

_____. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília (DF), 1997. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro01.pdf>. Acesso em: 29 jan. 2022.

_____. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília (DF), 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/a-base>; Acesso em: 20 jan. 2022.

_____. Ministério da Educação. **Portaria nº 343**. Dispõe sobre a substituição das aulas presenciais por aulas em meios digitais enquanto durar a situação de pandemia do Novo Coronavírus - COVID-19., de 17 de março de 2020. Brasília, (DF), 2020. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-343-de-17-de-marco-de-2020-248564376>. Acesso em: 31 jan. 2022.

BROUSSEAU, G. Fundamentos e Métodos da Didática da Matemática. In: B, J. (Org.). **Didática das Matemáticas**, Coleção Horizontes Pedagógicos. Tradução: Figueiredo, M. J., Instituto Piaget: Lisboa, 1996.

COLL, C. et al. **Desenvolvimento psicológico e educação: transtorno e desenvolvimento de necessidades educativas especial**. Vol. 3. Porto Alegre: Artmed, 2007.

CURY, H. N. **Análise de erros: o que podemos aprender com as respostas dos alunos**. Belo Horizonte: Autêntica, 2007.

DAVIS, C; E., Y. L. Papel e função do erro na avaliação escolar. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, Brasília (DF), v. 71, n. 71, p. 196-206, mai/ago, 1971. Disponível em: <http://rbep.inep.gov.br/ojs3/index.php/rbep/article/view/1058>. Acesso em: 20 jan. 2022

DIENES, Z. P. **Aprendizado moderno da Matemática**. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1970. _____ . **On some problems concerning the learning of mathematics**: Discussion Guide no. 1. Departament of Psychology of University of Adelaide, Australia. Paris: UNESCO, 30 april, 1962.

FIORENTI, D.; LORENZATTO, S. **Investigação em Educação Matemática: percursos teóricos e metodológicos**. 3 ed. Ver. Campinas, SP: Autores Associados, 2012 (Coleção formação de professores).

GUARULHOS. Secretaria de Educação. **Proposta Curricular: Ensino Fundamental**. Guarulhos, 2019b. Disponível em: <https://portaleducacao.guarulhos.sp.gov.br/>. Acesso em: 12 abr. 2022

_____. **Decreto nº 36832**. Estabelece medidas complementares de prevenção ao contágio pelo coronavírus (COVID-19) no âmbito do Município, de 01 de maio de 2020. Guarulhos (SP), 2020. Disponível em: https://www.guarulhos.sp.gov.br/06_prefeitura/leis/decretos_2020/36832decr.pdf. Acesso em: 04 fev. 2022.

_____. **Decreto nº 38201**. Revoga o Decreto Municipal nº 37925, de 9 de abril de 2021. Guarulhos (SP), 2021, Disponível em: https://www.guarulhos.sp.gov.br/06_prefeitura/leis/decretos_2021/38201decr.pdf. Acesso em: 04 fev. 2022.

GONÇALVES, A. **Análise das estratégias e erros dos alunos do 9º ano em questões de álgebra baseadas no Saresp de 2008 a 2011, 2014**. 178 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2014.

HADJI, C. **A avaliação, regras do jogo: das intenções aos instrumentos**. 4.ed. Portugal: Porto, 1994.

_____. **Avaliação Desmistificada**. Tradução Patrícia C. Ramos. Porto Alegre: ARTMED Editora, 2001.

HOFFMANN, J. **Avaliação: mito e desafio**. 44 ed. Porto Alegre: Mediação, 2014.

KAMII, C. **Reinventando a aritmética**: implicações da teoria de Piaget. Campinas: Papirus, 1986.

_____. **Aritmética**: novas perspectivas: implicações na teoria de Piaget. Campinas: Papirus, 1992.

_____. **A criança e o número**: implicações educacionais da teoria de Piaget para atuação junto a escolares de 4 a 6 anos. Campinas: Papirus, 1994

LEFRANÇOIS, G. R. **Teorias da aprendizagem**. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

LERNER, D.; SADOVSKY, P. O sistema de numeração: um problema didático. In: PARRA, C. SAIZ, I (org.). **Didática da matemática**: reflexões psicopedagógicas. Porto Alegre: Artmed, 1996.

LUCKESI, C. **Avaliação da aprendizagem escolar**: estudos e proposições. São Paulo: Cortez, 2011.

MACHADO, S. D. A. (Org.) **Educação Matemática**: uma (nova) introdução. São Paulo: Educ, 2012.

MARQUES, M. **Avaliação como processo de comunicação e regulação da aprendizagem de equações do 1º grau**: contribuições da produção escrita. 2012. 233f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática - PPGECEM) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2012.

MENDES, M. **Utilização da prova em fases como recurso para regulação da aprendizagem em aulas de cálculo**. 2014. 2774f. Tese (Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Paraná.

MILAN, I. S. **O ensino do Sistema de Numeração Decimal nas séries iniciais do Ensino Fundamental**: as relações com a aprendizagem do sistema posicional. 2017. 149 f. Dissertação (Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo.

MINAYO, M. C. S. **O desafio do conhecimento**: pesquisa qualitativa em saúde. 6. ed. São Paulo: Hucitec; Rio de Janeiro: Abrasco, 1999.

MORAES, F. R. de. **Um estudo sobre erros na resolução de equações do 1º grau com o software Aplusix**. 2013. 108 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) Programa de Estudos em Educação Matemática, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2013.

MOVSHOVITZ-HADAR, N.; ZASLAVSKY, O.; INBAR, S. Na empirical classification model for errors in high school mathematics. **Journal for Research in Mathematics Education**, v. 18, n.1, pp. 3-14, 1987.

OLIVEIRA, C. S. A. **Avaliação da aprendizagem na educação online**: aproximações e distanciamentos para uma avaliação formativa-reguladora. 2010. 202f. Dissertação (Mestrado

em Educação) – Programa de Educação Matemática e Tecnológica, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2010.

OLIVEIRA, G. P. **Avaliação em cursos on-line colaborativos: uma abordagem multidimensional.** 2007. 330f. Tese (Doutorado) – Programa de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

_____. **Estratégias didáticas em Educação Matemáticas:** as tecnologias de informação e comunicação como mediadoras. *Anais do IV Seminário Interacional de Pesquisa em Educação Matemática.* Brasília: SBEM, 2009. CD-ROM,

_____. (Org). **Educação matemática:** epistemologia, didática e tecnologia. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2018.

_____. (Org). **Pesquisa em educação e Educação Matemática:** um olhar sobre a metodologia. 1 ed. Curitiba: CRV, 2019.

OLIVEIRA, M. C. **Uma prática de avaliação formativa em ambientes virtuais:** processos de regulação e autorregulação da aprendizagem em um curso de matemática a distância. 2016. 143 f. Dissertação (Mestrado em Educação matemática), Programa em Educação Matemática, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campos Grande, 2016.

PEREIRA, L. F. P. **Avaliação formativa com enfoque na auto-regulação de estudantes do princípio fundamental da contagem aplica a um curso superior de tecnologia da informação.** 2017. 122 f. Dissertação (Mestrado), Programa em Educação Matemática, Universidade Anhanguera, São Paulo, 2017.

PERRENOUD, P. **Avaliação:** da excelência à regulação das aprendizagens - entre duas lógicas. Porto Alegre: Artmed, 1999.

_____. **Dez novas competências para ensinar.** Porto Alegre: Editora Artmed, 2000.

_____. **La evaluación de los alumnos.** De la producción dela excelência a la regulación de los aprendizages. Entre dos lógicas. 1 ed. Buenos Aires: Colihue, 2010.

PIAGET, J. A epistemologia genética: sabedoria e ilusões da filosofia; problemas de psicologia genética. São Paulo: Editora Abril Cultural. 1983.

_____. **Biologia e Conhecimento.** 2^a ed. Petrópolis: Editora Vozes, 1996.

PIAGET, J; Szeminska, A. **A gênese do número na criança.** 3 ed. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1981.

PINTO, N. B. **O erro como estratégia didática:** um estudo do erro ensino da matemática elementar. Campinas: Papirus, 2000.

RADATZ, H. Erros analysis in mathematics education. **Journal for research in Mathematics Education**, v. 10, n.3, p. 163-172, may, 1979.

SADA, C. M. **A avaliação da aprendizagem na licenciatura em matemática: o que dizem documentos, professores e alunos?** 2017. 342 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) - Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2017.

SANTOS, J. K. **A compreensão do professor sobre os erros dos alunos, em itens envolvendo expectativas de aprendizagem dos números racionais nos anos iniciais do Ensino Fundamental.** 2015. 184 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática e Tecnológica) – Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática e Tecnológica, Universidade Federal de Pernambuco, 2017.

SHULMAN, L. Those who understand: Knowledge growth in teaching. **Educational Researcher** n. 2, v. 15, Washington, febr. 1986.

_____. Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. **Harvard Educational Review**, n. 1, v. 57, Washington, febr. 1987.

SILVA, J. T. **O uso reconstrutivo do erro na aprendizagem de simetria axial:** uma abordagem a partir de estratégias pedagógicas com uso de tecnologias. 2010. 148 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2010.

SOARES, E. T. P. **O sistema de numeração decimal:** proposições de Dienes e a Cultura escolar paranaense (1960-1989). 2014. 288f. Tese (Doutorado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Pontifícia Universidade Católica de Curitiba, Paraná, 2014.

SOUSA, V. S. **O erro no ensino de Matemática: reflexões a respeito de ações docentes no processo de ensino.** 2017. 130 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2017.

TRACANELLA, A T. **O Sistema de Numeração Decimal:** um estudo sobre o valor posicional. 2018. 181 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2018.

VILLIERS, M. Algumas reflexões sobre a Teoria de Van Hiele. **Educação Matemática Pesquisa**, v. 12, n. 3, p. 400 – 431, 2010.

ZIMMERMAN, B. J. **Attaining self-regulation:** A social cognitive perspective. In: BOEKARTS, M., PINTRIC, P.R., ZEIDNER M. Handbook of self-regulation. San Diego, CA: Academic Press, 2000.

Anexo A – Termo de consentimento livre e esclarecido

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Estes esclarecimentos estão sendo apresentados para solicitar sua participação livre e voluntária da pesquisa de título “Avaliação da aprendizagem e a análise do erro como parâmetro das ações pedagógicas: uma investigação sobre o valor posicional no sistema de numeração decimal com professores dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental”, desenvolvida no Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP), por Juliana Portella de Freitas, sob a orientação do professor Dr. Gerson Pastre de Oliveira. Também, recebi o esclarecimento de que os benefícios da pesquisa estão vinculados aos estudos em Educação Matemática, bem como os riscos de desconfortos são baixos.

A pesquisa conta com a entrevista de professores que ensinam matemática nos anos iniciais do ensino fundamental. Os dados serão coletados pela pesquisadora no ambiente escolar. Como professor (a) participante narrarei experiências registradas por meio do recurso gravação de áudio, resguardando a identificação dos participantes. Tenho ciência que os dados coletados serão analisados pela pesquisadora responsável, garantindo a privacidade e a confidencialidade das entrevistas, bem como o local da investigação. A utilização dos dados é única e exclusivamente para fins acadêmicos.

Para realização será utilizado questionário semiaberto, há risco de o participante sentir-se constrangido diante das perguntas e poderá optar por não responder ou retirar-se da pesquisa sem quaisquer danos. Eu, Juliana Portella de Freitas, pesquisadora, assumo a responsabilidade por quaisquer situações não previstas anteriormente, e ainda, tratar com zelo e preceito éticos todas as informações. Será garantida respostas ou esclarecimentos quanto a riscos, procedimentos, benefícios e outros assuntos relacionados da pesquisa a qualquer tempo, assim como, informações atualizadas obtidas durante o estudo.

Não há benefício direto para o participante, pois trata-se de um estudo experimental e somente ao final da pesquisa poderemos concluir a presença de algum benefício.

Em qualquer etapa do estudo, terei acesso à pesquisadora para tirar dúvidas, pelo telefone (11) 99523-3304 e/ou e-mail juportelladefreitas@gmail.com, e possuo o direito de retirar-me do estudo a qualquer tempo. No caso de dúvidas e/ou considerações sobre aspectos éticos da pesquisa, poderá entrar em contato com o Comitê de Ética da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo / PUC-SP, campos Monte Alegre, localizado na Rua Ministro de Godói, 969, Perdizes, São Paulo, contato telefônico (11) 3670-8466.

Em caso de dano pessoal, diretamente relacionado aos procedimentos deste estudo (nexo causal comprovado), a qualquer tempo, fica assegurado ao participante o respeito a seus direitos legais, bem como procurar obter indenizações por danos eventuais.

Atesto que recebi uma cópia assinada deste Termo de Esclarecimento Livre e Esclarecido, conforme recomendações da resolução 466/2002.

Sem mais,

Guarulhos, ____ de _____ 2022.

Nome do participante: _____

Rg: _____

Assinatura do (a) participante: _____

Assinatura da pesquisadora: _____

Anexo B – Questionário de caracterização dos participantes

07/12/2022 11:55

Questionário de caracterização dos participantes da pesquisa

Questionário de caracterização dos participantes da pesquisa

*Obrigatório

1. Formação Acadêmica *

Relate o(s) curso(s) e o ano de conclusão.

2. Tempo de docência *

3. Tempo de docência na escola pública *

https://docs.google.com/forms/d/1O4ucl-kGzOdPbyDKGBit_FleStt-SBE756RoS1J_CeY/edit

1/4

07/12/2022 11:55

Questionário de caracterização dos participantes da pesquisa

4. Atua a quanto tempo no Ensino Fundamental (Anos Iniciais)? *

5. Costuma participar de cursos/formações? *

Marcar apenas uma oval.

☐ SIM

☐ NÃO

6. Já participou de algum curso/formação específico de ensino de matemática? *

Marcar apenas uma oval.

☐ SIM

☐ NÃO

https://docs.google.com/forms/d/1O4ucl-kGzOdPbyDKGBit_FleStt-SBE756RoS1J_CeY/edit

2/4

07/12/2022 11:55

Questionário de caracterização dos participantes da pesquisa

7. Qual/Quais?

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Google Formulários

Anexo C - Etapa 1 – Roteiro de entrevista: processo de ensino e aprendizagem

Roteiro de entrevista	
1 - Quais instrumentos avaliativos você utiliza durante o ano letivo para o trabalho específico com matemática? Prova, trabalhos (individuais ou em grupo).	
2 - Quais tipos de atividade você utiliza no trabalho relacionado à matemática?	
3 - No processo avaliativo de atividades matemáticas (inclusive provas), que critérios você utiliza para reconhecer que um item ou questão está certo ou errado? Utiliza algum tipo de registro?	
4 - O que você compreende por erro matemático?	
5 - Como você trata o erro matemático do aluno ao realizar atividades que envolvem o valor posicional do número?	
6 - Você propõe momentos nos quais o aluno possa revisar os seus erros relativos ao valor posicional do número, com uma proposta de compreendê-los e refazer seu processo de aprendizagem?	

Anexo D - Etapa 2 – Roteiro de entrevista: objeto matemático (valor posicional do número no SND)

Situação prática	Roteiro da entrevista
A professora “ditou” o número 653, nas produções ela encontrou quatro formas diferentes de escrita: 60053 - 653 – 610053 – 61053	1. De que forma você identifica e classifica cada justificativa? 2. Como esses erros se originaram? 3. Como você observa esses erros? 4. De onde vem esses erros, são originários de onde? 5. Qual o apoio que as crianças utilizaram para escrever o número? 6. Por que você acha que os alunos cometeram esse erro? 7. Como o reconhecimento do erro contribui para as suas ações pedagógicas?