

Iniciação Científica e formação docente: conhecimentos matemáticos manifestados em contexto colaborativo

Scientific Initiation and teacher training: mathematical knowledge manifested in a collaborative context

Iniciación Científica y formación docente: el conocimiento matemático manifestado en un contexto colaborativo

*Gabriel Linhares de Sousa¹
Marcília Chagas Barreto²*

 <https://doi.org/10.28998/2175-6600.2024v16n38pe15980>

Resumo: Diante da diversidade de conhecimentos que atravessam a formação docente, a Iniciação Científica surge como possibilidade formativa. Em contexto colaborativo de pesquisa e formação, este estudo de caso com cinco sujeitos teve como objetivo analisar os conhecimentos manifestados por bolsistas de IC, imersos em um contexto que buscava a colaboração para a sua formação docente em Matemática. Identificou-se que o conhecimento matemático para o ensino mais manifestado foi o conhecimento de conteúdo e de ensino. A partir do ambiente colaborativo, os(as) bolsistas de IC demonstraram construir aprendizagens significativas para sua formação.

Palavras-chave: Iniciação Científica. Formação docente. Conhecimentos matemáticos. Pesquisa colaborativa.

Abstract: Faced the diversity of knowledge that permeates teacher training, Scientific Initiation emerges as a training possibility. In a collaborative research and training context, this case study with five subjects aimed to analyze the knowledge expressed by CI scholarship holders, immersed in a context that sought collaboration for their teaching training in Mathematics. It was identified that the most expressed mathematical knowledge for teaching was content and teaching knowledge. From the collaborative environment, the CI scholarship holders demonstrated that they built significant learning for their training.

Keywords: Scientific research. Teacher training. Mathematical knowledge. Collaborative research.

¹ Secretaria Municipal de Educação de Fortaleza. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6891468293472779>. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9544-5074>. Contato: gabriel.linhares@educacao.fortaleza.ce.gov.br.

² Universidade Estadual do Ceará. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6049384424752518>. Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3378-772X>. Contato: marcilia.barreto@uece.br.

Resumen: Ante la diversidad de conocimientos que permea la formación docente, la Iniciación Científica surge como una posibilidad formativa. En un contexto colaborativo de investigación y formación, este estudio de caso con cinco sujetos tuvo como objetivo analizar los conocimientos expresados por becarios del IC, inmersos en un contexto que buscaba la colaboración para su formación docente en Matemáticas. Se identificó que los conocimientos matemáticos más expresados para la enseñanza fueron los contenidos y conocimientos didácticos. Desde el ambiente colaborativo, los(las) becarios(as) de CI demostraron que construyeron aprendizajes significativos para su formación.

Palabras clave: Iniciación Científica. Formación docente. Conocimiento matemático. Investigación colaborativa.

1 INTRODUÇÃO

No âmbito da Educação, a formação de professores, na perspectiva colaborativa, surge como opção para os estudos desenvolvidos com caráter emancipatório (GRANDO; NACARATO; LOPES, 2014; MIOLA; PEREIRA, 2018). Nesta perspectiva, os pesquisadores e docentes atuam de forma colaborativa tanto na produção de conhecimentos como na realização da própria pesquisa e, dessa forma, o desenvolvimento profissional é potencializado (IBIAPINA, 2008, 2016). Desse modo, a distância entre a universidade e a escola é minimizada, pois, juntos, os(as) professores(as) dessas instituições produzem saberes.

Isto posto, este artigo constitui produto de uma pesquisa cearense fundamentada na colaboração. Tem-se como objetivo analisar os conhecimentos manifestados por bolsistas de Iniciação Científica (IC), imersos em um contexto que buscava a colaboração para sua formação docente em Matemática. Em uma pesquisa pautada na colaboração, os(as) participantes assumem o papel de aprendizes: aprendem com as experiências, conhecimentos e reflexões do outro. No processo de colaboração, busca-se a potencialização do desenvolvimento profissional dos(as) participantes. Contudo, destaca-se que a colaboração não é algo natural e que precisa ser ensinada e aprendida intencionalmente (IBIAPINA, 2008, 2016).

Direcionando o olhar para a formação inicial de professores(as), sabe-se que, no âmbito brasileiro, a pesquisa sobre o início da docência é um tema ainda não estudado o suficiente pela academia (ANDRÉ, 2018). Ao consultar a literatura, percebe-se a diversidade de saberes que atravessam essa formação, além das fontes de origem. Essa formação durante o processo de licenciamento não consiste apenas no cumprimento das disciplinas componentes do currículo de cada curso. Ela está ligada também à participação do(a) futuro(a) professor(a) em projetos de pesquisa, de extensão, intercâmbios, estágios etc., os quais podem fortalecer o vínculo entre os conhecimentos



veiculados na universidade e aqueles produzidos nas escolas, campo de atuação do(a) futuro(a) docente.

Por sua vez, a Iniciação Científica pode ser uma possibilidade de união entre a formação inicial e continuada de professores(as), principalmente quando aliada a um contexto colaborativo de pesquisa e formação, caso abordado neste estudo. Como o próprio nome expressa, a Iniciação Científica proporciona a estreia do(a) estudante de graduação na pesquisa e na produção de conhecimento científico (BRIDI, 2015). Pode ser definida como o desenvolvimento de um projeto de pesquisa elaborado e realizado sob orientação de um docente do ensino superior, executado com ou sem bolsa para os(as) alunos(as) de graduação (MASSI; QUEIROZ, 2015).

Segundo Kirsch (2007), a Iniciação Científica proporciona o trabalho coletivo entre o(a) bolsista, o(a) professor(a) orientador(a) e demais sujeitos envolvidos no projeto de pesquisa, permitindo a criação de um ambiente de troca entre sujeitos com diferentes formações e experiências, possibilitando o desenvolvimento de aprendizagens a partir do outro.

Dado o exposto, neste estudo investigaram-se os contributos da união do contexto colaborativo de formação e pesquisa e da Iniciação Científica visando proporcionar aos(às) bolsistas de IC oportunidades de elaboração de diferentes conhecimentos indispensáveis para a formação de professores(as) que ensinam Matemática. Assim, nos limites deste artigo, primeiramente, são demarcados os aspectos metodológicos da pesquisa. Em segundo, os fundamentos teóricos sobre a formação de professores(as) que ensinam matemática. Em terceiro lugar, expõem-se a análise e reflexões sobre a manifestação dos conhecimentos matemáticos por bolsistas de Iniciação Científica e, por derradeiro, as considerações finais são apresentadas.

2 PERCURSO METODOLÓGICO

No esforço de organizar a investigação que busca analisar os conhecimentos matemáticos para o ensino, manifestados por bolsistas de IC em um contexto colaborativo, foi adotada a abordagem qualitativa, por permitir compreender o mundo dos significados, das crenças, dos valores e das atitudes (MINAYO, 2011). Esse tipo de abordagem caracteriza-se por abarcar as condições contextuais dos(as) participantes, usar múltiplas fontes de evidências e contribuir para revelações sobre conceitos existentes ou emergentes que podem auxiliar na compreensão do comportamento social (YIN, 2016).



O contexto colaborativo que se mencionou foi constituído no espaço onde se realizou uma pesquisa cearense interinstitucional de cunho colaborativo, que teve por objetivos: analisar o processo de formação colaborativa realizado por professores(as) de Instituições do Ensino Superior (IES) e professores(as) do ensino fundamental, evidenciando seus conhecimentos elaborados, bem como suas limitações sobre suas práticas docentes em Matemática; avaliar o processo de formação colaborativa em seus aspectos de resignificação da prática docente.

A referida pesquisa teve seu desenvolvimento no período entre 2020 e 2022, de forma não presencial. Destaca-se que, neste artigo, foi abordado somente o primeiro ano da realização da pesquisa (2020). Embora o foco deste trabalho recaia sobre os bolsistas de IC, a colaboração foi buscada entre os membros do grupo, composto por licenciandos(as) de Matemática e Pedagogia, estudantes de pós-graduação, professores(as) do Ensino Superior (ES) e da Educação Básica (EB). Junto a estes últimos, foram consultadas as necessidades formativas referentes ao ensino de Matemática, de modo que o tema de estudo escolhido foram as operações fundamentais, especificamente as estruturas aditivas (VERGNAUD, 2009) que congregam as operações de adição e subtração. Dessa forma, buscou-se seguir os preceitos da pesquisa colaborativa defendidos por Ibiapina (2008), quando afirma que, para pesquisar colaborativamente, pesquisadores e professores precisam refletir sobre os conhecimentos em pauta, buscando o dialogismo e a colaboração entre pares com diferentes níveis de formação.

A análise aqui proposta se caracteriza como um estudo de caso, uma vez que investigou a elaboração de conhecimentos por parte de bolsistas em um ambiente que busca o estabelecimento de relações horizontalizadas, portanto, colaborativas. Yin (2015, p. 17) afirma que esse método consiste em “[...] uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo (o ‘caso’) em profundidade e em seu contexto de mundo real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto puderem não ser claramente evidentes”. Estudos de caso são relevantes e potencialmente adequados para a compreensão de um fenômeno do mundo real, assumindo-se que essa compreensão engloba relevantes condições contextuais do caso. Desse modo, neste estudo, contém um caso único com enfoque incorporado, onde, segundo Yin (2015), existe um contexto e unidades múltiplas de análise.

Os sujeitos deste estudo de caso foram bolsistas de IC que atenderam aos seguintes critérios: ter integrado o grupo da pesquisa pelo mínimo de 6 meses; e afirmar interesse em participar. Assim, cinco bolsistas de IC foram selecionados: quatro



licenciandos(as) em Pedagogia e uma em Matemática. Para preservar a identidade deles(as), foram usados os seguintes codinomes: BIC1; BIC2; BIC3; BIC4; BIC5. Ressalta-se que a primeira é licencianda em Matemática, e os demais, em Pedagogia.

Os dados desta investigação foram coletados através de vídeo-gravações dos oito encontros formativos, realizados através do *Google Meet*, com duração de 2 horas, cada. Foram realizadas transcrições apenas de áudio, uma vez que o recurso da plataforma de gravação coletou apenas a participação de um usuário por vez, impossibilitando a visualização da interação do grupo. Os planos relativos a essas atividades foram analisados, buscando destacar o que havia sido previsto como atribuição de cada bolsista. Foram usados também os relatórios referentes aos encontros, produzidos por um bolsista de IC a cada encontro. Utilizou-se ainda o documento denominado Atividade Reflexiva, que consistiu em reflexões individuais acerca do vivido em cada encontro formativo.

As vídeo-gravações dos encontros foram tratadas a partir do método de transcrição de F. Lima (2015), que destaca a importância das transcrições, pois permitem ao(a) pesquisador(a) uma análise criteriosa a respeito de cada fala dos(as) participantes da pesquisa (LIMA, 2015). O referido método possibilita trabalhar com os dados a partir de eventos críticos, possibilitando a compreensão dos dados de forma mais apurada, otimizando o tempo na análise de vídeos e áudios. Por eventos críticos, segundo esse autor, entendem-se aqueles momentos em que, de uma forma direta ou indireta, têm relação com os objetivos da pesquisa. O método de transcrição consiste em seis fases: assistir aos vídeos; selecionar os eventos críticos; descrever os eventos críticos; transcrever os eventos críticos; discutir os dados encontrados; e limpar as transcrições. É imprescindível que o(a) pesquisador(a) tenha em mente os objetivos de sua pesquisa durante todo o processo de transcrição, pois a análise de dados já está presente desde a primeira fase.

Os dados coletados foram observados a partir da análise de conteúdo de Bardin (2016) que se caracteriza como conjunto de técnicas de análise das comunicações, objetivando resultados sistemáticos, superação de incertezas e enriquecimento da leitura dos dados. Diante dos objetivos propostos, a análise categorial foi escolhida, pois “[...] esta pretende tomar em consideração a totalidade de um ‘texto’, passando-o pelo crivo da classificação e do recenseamento, segundo a frequência de presença (ou de ausência) de itens de sentido” (BARDIN, 2016, p. 42-43). Dessa forma, foram utilizados os seis conhecimentos do(a) professor(a) de Matemática, como categorias de análises, que, de acordo com Ball, Thames e Phelps (2008) são: conhecimento comum do conteúdo;



conhecimento especializado do conteúdo; conhecimento do horizonte do conteúdo; conhecimento do conteúdo e dos(as) alunos(as); conhecimento do conteúdo e do ensino; conhecimento do conteúdo e do currículo.

A fim de potencializar e aprofundar a análise de conteúdo, o *software* NVIVO foi usado para: o processo de transcrição, gerenciamento dos dados, facilitando as análises, o armazenamento e a reunião dos dados provenientes dos instrumentos e das gravações supra referidos, compondo o banco de dados necessário ao estudo de caso. Destaca-se que, no ambiente acadêmico brasileiro, esse *software* é um dos mais usados para a análise de dados qualitativos (LAGE, 2011).

Junto a esse *software*, recorreu-se aos estágios de análise de dados no NVIVO, propostos por O'Neill's (2013), que são: descritivo; tópico; analítico; e conclusão. Cada um dos quatro estágios contém processos que são imprescindíveis ao estágio seguinte. No primeiro estágio, o descritivo, faz-se a criação de um projeto no NVIVO para o qual os dados da pesquisa são importados. No projeto criado, foram importados os seguintes arquivos: relatórios e atividades reflexivas em formato PDF; e arquivos das vídeo-gravações dos encontros formativos. Em seguida, os arquivos foram classificados e os casos criados, com seus atributos e valores. Cada bolsista IC constituiu-se um caso. Todos foram classificados de acordo com a sua natureza e conteúdo, com a ferramenta de classificação disponível no *software*.

Em seguida, iniciou-se o segundo estágio, chamado tópico, que consiste em organizar e codificar os dados em Nós. No caso desta pesquisa, os Nós compreenderam as categorias de análises apresentadas anteriormente. Assim, os dados foram codificados em um dos Nós, a partir do processo de leitura.

O terceiro estágio, analítico, consistiu na fusão dos Nós, quando necessário, e na execução de consultas. O *software* NVIVO permite fazer oito tipos de consultas, pelas quais se podem visualizar, salvar e usar resultados de padrões e conexões dos dados analisados. As consultas são usadas para questionar os dados. Nesta pesquisa, foram usadas as seguintes consultas: pesquisa de texto; frequência de palavras; tabela de referência cruzada; codificação em matriz; gráfico de hierarquia.

Por fim, no quarto estágio, o das conclusões, fez-se a extração das respostas encontradas. As conclusões geralmente são encontradas durante o processo de análise, mas, certamente, não aparecem completamente até que esse processo termine. O *software* NVIVO auxilia na organização dos dados para que as análises sejam refinadas, profundas e confiáveis.



3 A ESPECIFICIDADE DO(A) PROFESSOR(A) QUE ENSINA MATEMÁTICA

Na disciplina de Língua Portuguesa, estudam-se casos em que há a necessidade de junção de artigo e preposição. Contudo, em casos que coincidem de o artigo e a preposição serem “a”, ao invés de se colocar “aa”, usa-se a crase (’), para identificar que aquele único “à” representa a junção dos dois elementos graficamente idênticos. Este caso é denominado de crase. Espera-se que um(a) professor(a) dessa área domine esse conhecimento, assim como também é esperado que adultos letrados sejam capazes de identificar quando é necessário o uso da crase. No entanto, ao(à) professor(a), esse conhecimento sobre o que é uma crase não é suficiente, sendo necessário ir além: saber como ensinar esse conteúdo aos seus alunos e alunas. Esse conhecimento de “como ensinar” é um dos quais distingue um(a) professor(a) de um adulto letrado.

Muitos estudiosos da formação docente analisam as especificidades dos conhecimentos docentes. Um dos precursores dessa discussão foi Schulman, que, ainda nos anos 1980, já afirmava: “[...] os que podem fazer; os que compreendem ensinam” (SCHULMAN 1986, p. 14). Para esse autor, professores e professoras precisam conhecer com profundidade os conceitos com os quais irão trabalhar e que desejam que seus(suas) alunos(as) aprendam, mas não apenas isso: eles devem compreender como os conceitos devem ser ensinados. Eles ou elas podem transformar a compreensão de um conteúdo, habilidades didáticas e valores, em ações e representações pedagógicas, que correspondem ao modo de comunicação, apresentação, interpretação e representação de ideias, de forma que aqueles que não entendem passem a compreender e discernir (SCHULMAN, 1986, 2014).

As discussões realizadas por Schulman (1986), em torno dos conhecimentos necessários à docência, sempre estiveram em uma perspectiva generalizante, isto é, o autor não se deteve em análises de especificidades a respeito de qualquer uma das áreas do conhecimento. Deborah Ball e seus colaboradores (2008), a partir das contribuições do autor, desenvolveram trabalho relativo aos conhecimentos necessários especificamente ao(à) professor(a) que ensina Matemática.

Dessa forma, Ball, Thames e Phelps (2008) privilegiaram o conhecimento do conteúdo e o conhecimento pedagógico do conteúdo, na perspectiva de Schulman, a partir dos quais estabeleceram conhecimentos específicos para a área da Matemática. Assim, subdividiram o conhecimento do conteúdo em: conhecimento comum do conteúdo;



e conhecimento especializado do conteúdo. Já o conhecimento pedagógico do conteúdo foi subdividido em: conhecimento do conteúdo e do(a) alunos(a); conhecimento do conteúdo e do ensino. Os autores retomaram o conhecimento do currículo proposto por Schulman, renomeando-o como conhecimento do conteúdo e do currículo e, finalmente, propuseram o conhecimento do horizonte do conteúdo (BALL, 1993).

O conjunto de conhecimentos necessários para ensinar Matemática, abordando as atividades envolvidas no ensino e as demandas matemáticas enredadas nessas atividades, consiste no conhecimento matemático para o ensino.

O conhecimento comum do conteúdo refere-se a um conhecimento que não é exclusivo aos(às) professores(as), mas que lhes é indispensável. Muitos indivíduos também o dominam, como é o caso de cálculos realizados por engenheiros em seus projetos, projeções estatísticas executadas por geneticistas, uso da regra de três para calcular percentagem. Destaca-se que o termo “comum” não quer dizer que todos têm esse conhecimento, mas indica que ele está presente em uma ampla variedade de situações e ambientes, isto é, não é restrito ao ensino. Trata-se de um conhecimento necessário, mas não suficiente para a prática docente, pois não proporciona ao(a) professor(a) a compreensão matemática requerida para o tratamento competente dos problemas que os(as) estudantes enfrentam.

Já o conhecimento especializado do conteúdo é exclusivo do mundo docente. Consiste na compreensão, por parte do(a) professor(a), dos obstáculos inerentes à elaboração dos conceitos matemáticos, paralelamente aos raciocínios matemáticos desenvolvidos por seus(suas) discentes, quando realizam distintas estratégias e utilizam diferentes representações dos problemas matemáticos. Esse conhecimento matemático não é esperado de qualquer indivíduo que não seja docente, refere-se ao conhecimento específico para o ensino. Para Ball, Thames e Phelps (2008, p. 400, tradução nossa), “[...] o professor faz uma espécie de ‘desempacotamento’ da Matemática, necessário para a percepção de elementos que possam provocar o aluno em seu processo de aprendizagem”.

A compreensão das relações que se estabelecem entre os conceitos matemáticos na extensão do currículo, tanto transversal quanto longitudinalmente, consiste no conhecimento do horizonte do conteúdo. Para auxiliar na tomada de decisões sobre como abordar os conteúdos em um determinado ano escolar, o(a) professor(a) precisa compreender qual a sua relação com os conteúdos dos anos escolares anteriores e subsequentes. Além disso, necessita compreender as relações que se estabelecem entre as disciplinas no mesmo ano escolar. Essa visão do horizonte matemático permite ao(a)



docente a identificação de fragilidades e potencialidades nas conexões matemáticas realizadas pelos(as) estudantes, além do próprio entendimento da organização curricular em anos escolares.

O conhecimento do conteúdo e dos(as) alunos(as) consiste na combinação do conhecimento dos(as) discentes com o conhecimento da Matemática. O ato de ensinar requer do(a) professor(a) a habilidade e o conhecimento para antecipar os pensamentos e dúvidas dos(as) alunos(as), e ouvir e interpretar o pensamento incompleto expresso pela linguagem de cada um(a) deles(as). Essas tarefas requerem o diálogo entre a compreensão do conteúdo matemático e a familiaridade com os(as) discentes e seu nível de elaboração matemática.

A interação entre o conhecimento sobre a Matemática com o conhecimento sobre o ensino configura-se como conhecimento do conteúdo e do ensino. Ao ensinar Matemática, o(a) professor(a) sequencia o conteúdo específico, escolhe quais exemplos usar para aprofundar o conteúdo, avalia as vantagens e desvantagens das representações utilizadas, e identifica quais métodos e procedimentos são mais eficientes. Essas ações requerem a interação entre a compreensão da Matemática e as questões pedagógicas que influenciam a aprendizagem.

Ball, Thames e Phelps (2008) assumem o conhecimento do conteúdo e do currículo na mesma perspectiva em que Schulman (1986) havia colocado e que denominou conhecimento do currículo. Esse conhecimento refere-se à organização curricular e à disciplina a ser lecionada.

Esse conjunto de conhecimentos é o que vai permitir ao(à) professor(a) a organização e realização de práticas docentes eficazes. Para tanto, ele(a) deverá compreender: os desafios inerentes aos conceitos matemáticos; a organização do ensino; as características de suas práticas exitosas e daquelas que não promoveram os resultados por ele projetados; os avanços e entraves no desenvolvimento do grupo de estudantes; as limitações e potencialidades dos instrumentos utilizados em sala de aula, inclusive no que se refere ao livro didático. Como se percebe, a prática docente requer vários elementos que se articulam, visando ao desenvolvimento dos(as) estudantes em formação. É por isso que os autores se expressam afirmando que se espera que os(as) professores(as) conheçam as razões para os procedimentos, o significado para termos e explicações para conceitos (BALL; THAMES; PHELPS, 2008).

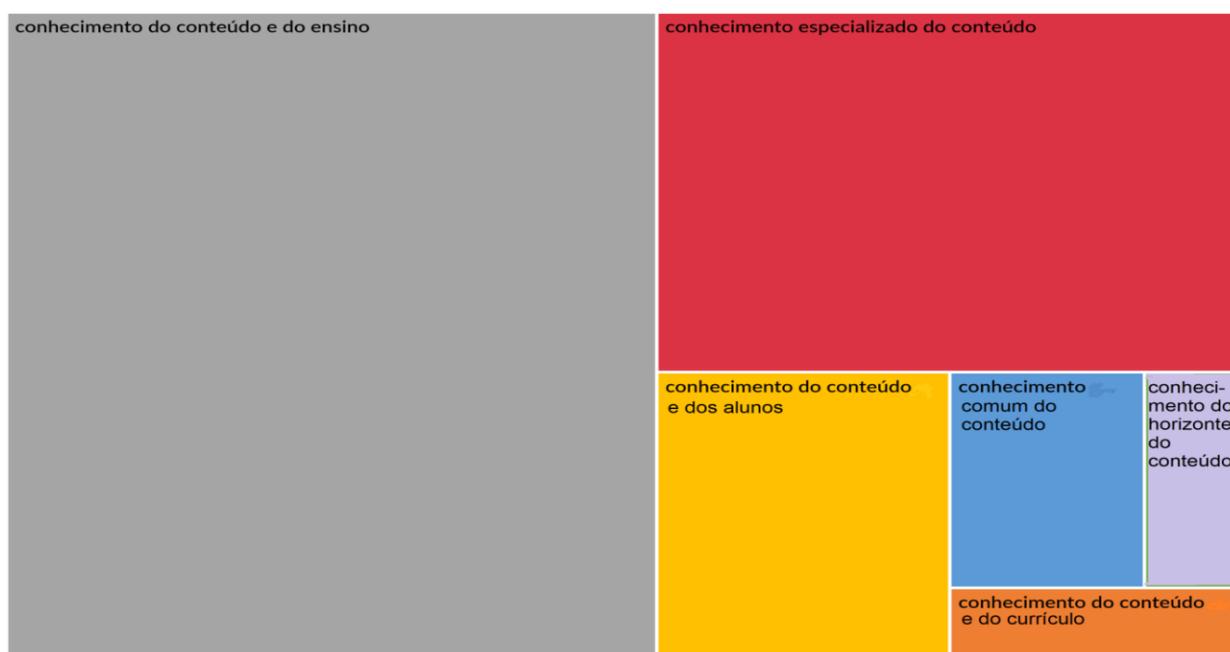


4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção, são apresentados os elementos que evidenciam avanços na elaboração de conhecimentos necessários à prática docente em Matemática realizada pelos(as) bolsistas de IC. Os dados foram sintetizados em categorias de análise provenientes dos estudos de Deborah Ball e colaboradores, aporte teórico utilizado nesta pesquisa. Nesse sentido, buscou-se nos instrumentos analisados as referências que refletem o conjunto de conhecimentos necessários ao(a) professor(a) de Matemática.

Realizando-se a comparação das categorias de análise, tomando-se por base o número de referências codificadas, gerou-se, no software NVIVO, um gráfico de hierarquia, apresentado a seguir.

Figura 1: Gráfico de Hierarquia de codificação dos conhecimentos matemáticos



Fonte: Projeto NVIVO.

Observa-se que o conhecimento com mais referências codificadas foi o conhecimento de conteúdo e de ensino. Foi possível perceber a construção desse conhecimento na expressão dos(as) cinco bolsistas. Pode-se dizer, então, que, dentre os seis conhecimentos matemáticos necessários para o ensino, esse foi o mais manifestado pelos(as) bolsistas durante a permanência na IC.

Segundo Ball, Thames e Phelps (2008), o(a) professor(a) necessita saber quais exemplos escolher para aprofundar um determinado conteúdo, avaliar os pontos positivos e negativos das representações utilizadas, além de identificar quais métodos e

procedimentos são mais eficientes. Na fala da(a) bolsista BIC2, durante o terceiro encontro formativo, quando se discutia sobre situações-problema apresentadas no texto usado no referido encontro, pode-se observar indícios desse tipo de conhecimento sendo manifestado:

Então, aqui eu entendo que é importante pelo menos no começo ter cuidado com o tipo de questão que a gente vai estar utilizando com as crianças, com os alunos. Para que a gente não vá prender, a outros tipos de habilidades, como diz aqui no texto e a gente poder saber de fato onde a criança está naquele assunto matemático, naquela questão. (BIC2)

Observa-se que a bolsista manifesta que compreendeu a importância de o(a) professor(a) saber escolher as questões a serem trabalhadas, diversificando-as para que seja possível identificar o que o(a) aluno(a) desenvolveu ou não, a respeito do assunto abordado. Cabe destacar que essa diversificação diz respeito às diferentes estruturas matemáticas das situações, para contribuir com a formação do conceito pelo(a) aluno(a) (VERGNAUD, 2009). Esse tipo de conhecimento é o que Ball e colaboradores (2008) chamam de conhecimento do conteúdo e do ensino.

Na Atividade Reflexiva, a mesma bolsista também manifestou esse conhecimento, como pode ser visualizado em duas referências nas quais ela destaca suas aprendizagens. Na primeira ela destaca: “1. No planejamento da aula há a necessidade de antecipar as possíveis dificuldades que os alunos apresentarão ao responder questões propostas. 2. Procurar meios/Estar apto para ajudar os alunos a superar essas possíveis dificuldades” (BIC2, Atividade Reflexiva, segundo encontro). A antecipação das possíveis dificuldades que alunos(as) podem ter na resolução de situações-problema é uma ação docente essencial e complexa, pois, segundo Ball, Thames e Phelps (2008), requer a interação entre a compreensão da Matemática e das questões pedagógicas que influenciam a aprendizagem. Assim, ao manifestar saber que o planejamento envolve essa antecipação de dificuldades e destacar que se precisa buscar meios para estar “apto para ajudar os alunos”, a bolsista BIC2 está dando indícios de desenvolvimento desse conhecimento.

Na segunda referência, BIC2 destaca a seguinte aprendizagem: “Alguns alunos podem ter dificuldade nas questões quando encontram palavras que remetem à subtração, como ‘gastou’, ‘perdeu’, ‘tirou’, mesmo que a operação adequada para resolução do problema seja a soma (BIC2, Atividade Reflexiva, segundo encontro). A partir dessa referência, pode-se inferir que a bolsista compreende que algumas palavras podem gerar ações automáticas por parte dos(as) alunos(as) quando não atentam ou não



compreendem a estrutura da situação, para saber o que está sendo pedido. Sabendo disso, pode-se prever possíveis dificuldades durante a resolução, além de contribuir para a avaliação do que o aluno sabe ou não da situação abordada. Assim, esse indício manifestado caracteriza-se como conhecimento de conteúdo e do ensino.

Ainda na análise da Atividade Reflexiva, identificou-se esse conhecimento sendo manifestado pela bolsista BIC1, que destacou a seguinte aprendizagem: “Graças ao encontro de hoje, consegui aprender que, por mais fácil que os problemas matemáticos sejam pra mim, tenho que fazer com que eles sejam fáceis para meus alunos, que sejam compreensíveis e coerentes. (BIC1, Atividade Reflexiva, segundo encontro). Nessa referência, percebe-se que a bolsista compreende a necessidade de procurar métodos e técnicas para ensinar o conteúdo. Além disso, demonstra saber que não adianta que ela apenas domine o conteúdo, pois deve buscar modos eficientes para ensiná-lo aos(as) alunos(as).

O conhecimento especializado do conteúdo foi o segundo com mais referências codificadas: dois bolsistas o manifestaram. Esse tipo de conhecimento é aquele específico da profissão docente, aquele que diferencia um(a) professor(a) das demais pessoas que também possuem conhecimento matemático. Um exemplo dessa manifestação pode ser observado na fala de BIC2, durante uma discussão sobre o que o grupo entendia por teorema em ação, a partir do texto discutido (NUNES *et al*, 2009):

Eu lendo o texto... é... a gente percebe também que esses esquemas que as crianças possuem, de juntar, de separar, são independentes um do outro ainda no começo, sem entender ainda a relação entre eles e que isso é o início da aprendizagem, enfim, da adição, da subtração. Só que ainda é um pouco independente um do outro. É independente, eles não conseguem relacionar ali essas duas ações (BIC2, terceiro encontro).

Na fala de BIC2, pode-se identificar que manifesta compreensão sobre teorema em ação³ e sobre sua importância na elaboração do campo conceitual aditivo. Observe-se que é necessária, a todo cidadão, a compreensão das estruturas de adição e subtração. Entretanto, a compreensão do teorema em ação e de como ele é vivenciado pelo(a) aluno(a) é algo necessário especialmente ao profissional docente. Daí porque se classifica tal conhecimento como conhecimento especializado do conteúdo.

Outro exemplo da manifestação desse conhecimento foi observado na fala de BIC5, ao responder sobre suas aprendizagens, na Atividade Reflexiva: “Aprendi a

³ Termo criado por Gerad Vergnaud. Para aprofundamento, consultar Vergnaud (2009).



diferenciar as estruturas aditivas e identificar Referente e Referido”⁴ (BIC5, Atividade Reflexiva, oitavo encontro). Nessa referência, pode-se perceber mais uma vez a manifestação do conhecimento especializado do conteúdo, pois o bolsista relata ter compreendido sobre o que é referente e referido dentro de uma situação-problema do campo conceitual das estruturas aditivas. Um(a) professor(a) necessita desse conhecimento para ter condições de proporcionar diversificação nas situações-problema oferecidas em sua prática docente e, assim, conduzir seus alunos à elaboração do campo conceitual aditivo, conforme propõe Vergnaud (2009).

O conhecimento do conteúdo e dos alunos foi o terceiro mais identificado, considerando o número de referências codificadas. Ele se refere à combinação do conhecimento matemático com o conhecimento acerca do que os alunos conhecem ou ainda estão em processo de elaboração. Levando-se em conta que os(as) bolsistas não são ainda professores, portanto não têm prática de ensino, esperava-se que tal conhecimento fosse pouco manifestado por eles(as). Contudo, deve-se considerar que, na pesquisa em análise, esses(as) bolsistas tiveram interação com professores(as) experientes e, a partir dessa interação, esse conhecimento pode ter sido potencializado.

Pode-se observar esse tipo de conhecimento na fala de BIC3, no sexto encontro formativo, quando estava contando para o grupo como elaborou, junto com a BIC1, uma situação-problema do campo aditivo: “Para elaborar esse problema, como a gente estava conversando, eu e a BIC1, a gente tentou elaborar de acordo com a realidade das crianças da escola” (BIC3, sexto encontro). Segundo Ball, Thames e Phelps (2008), o(a) professor(a) precisa ter habilidade e conhecimento para antecipar os pensamentos e dúvidas dos(as) alunos(as). Assim, observa-se que ao elaborarem a situação-problema, as bolsistas pensaram nos(as) alunos(as), levando em consideração a realidade de sala de aula. Esse pensamento focado no aluno manifesta indícios de desenvolvimento de conhecimento do conteúdo e dos alunos.

A quarta maior quantidade de referências foi o conhecimento comum do conteúdo, aquele que é comum a todas as pessoas adultas letradas. Considerando que a pesquisa em análise abordou a transformação da prática e, por isso, o contexto das formações voltou-se para a prática, já era esperado que esse conhecimento não fosse manifestado de forma significativa.

No entanto, um exemplo dessa manifestação ocorreu em um dos encontros formativos, no qual o BIC5 explicou, quando solicitado, uma situação-problema abordada:

⁴ Termos criados por Gerard Vergnaud. Para aprofundamento, consultar Vergnaud (2009).



Essa questão parece um... deixa eu ver aqui, não lembro bem, é... parece com a questão das figurinhas, que também é uma situação de transformação. Então, ele, tipo, ele foi ao mercantil, ele comprou 15 pirulitos, só que o que ele fez, ele deu 3 pirulitos para o Miguel e deu 2 para o Bruno, 4 pirulitos para Clara e ficou com o restante dos pirulitos, então se João comprou 15 pirulitos, com quanto ele ficou? A gente foi somando, somou $3+2+4$ e somou com o valor que estava oculto, o valor dele e aconteceu a transformação. (BIC5, oitavo encontro)

Observa-se que a fala de BIC5 é uma descrição do passo a passo que ele daria para resolver a questão. Ele utiliza a operação de adição entre todas as quantidades de pirulitos que foram doados aos amigos e permanece utilizando a adição com o que denominou de “valor oculto”. Uma vez que esse “valor oculto” correspondia à resposta esperada para o problema, pode-se inferir que BIC5 fez uso da “contagem a partir de” (KAMII, 1990) para chegar à quantidade requerida, isto é, contou a partir de 9 pirulitos até chegar em 15, encontrando a resposta: 6 pirulitos. Tal forma de resolução é muito encontrada entre comerciantes e trabalhadores autônomos, o que pode ser classificado como conhecimento comum do conteúdo. Embora ela também seja admitida na escola, tendencialmente espera-se que os(as) alunos(as), diante de uma situação-problema dessa natureza, façam uso da adição e da subtração.

Em quinto lugar no número de referências codificadas, encontrou-se o conhecimento do conteúdo e do currículo, aquele que trata sobre a organização curricular e a disciplina a ser lecionada. Apesar de o conteúdo matemático abordado na pesquisa estar de acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e com os currículos dos municípios onde trabalhavam os integrantes da pesquisa, não se discutiu, durante as formações, sobre a organização curricular de forma direta e aprofundada. Assim, isso pode justificar a pouca manifestação desse conhecimento pelos(as) bolsistas. Um exemplo desse conhecimento pode ser observado na fala de BIC3, ao apresentar a situação-problema elaborada com BIC1. Ela disse: “[...] essa situação, ela foi elaborada para o público de crianças do segundo ano” (BIC3, sexto encontro). Saber que o conteúdo matemático da situação elaborada está previsto para ser abordado no 2º ano do ensino fundamental revela conhecimento sobre o currículo vigente e sua aplicação na prática.

Por fim, o conhecimento do horizonte do conteúdo foi o menos referenciado pelos(as) bolsistas. Ele se refere à compreensão das relações que se estabelecem entre os conceitos matemáticos na extensão do currículo. O fato de o grupo ter trabalhado a partir de uma visão construtivista do conhecimento, tomando por base a teoria de Gerard Vergnaud, a qual classifica as situações em níveis distintos de dificuldade, não despertou nos bolsistas a percepção das relações transversais e longitudinais que caracterizam a



A partir da nuvem, identifica-se que as palavras “alunos” e “aluno”, que se trata na verdade da mesma palavra com a diferença do plural, foram as mais usadas pelos(as) bolsistas. A palavra “aluno” remete ao conhecimento do conteúdo e do ensino, o mais manifestado, e ao conhecimento do conteúdo e dos alunos, terceiro mais manifestado, reforçando a percepção de que a pesquisa em análise potencializou a construção de conhecimentos voltados para a prática docente. Essas palavras revelaram ainda que as reflexões e aprendizagens dos(as) bolsistas tiveram como foco o aluno e o ato de ensinar.

Em seguida, encontram-se na nuvem, as palavras “situações” e “situação”, as quais são consideradas aqui como equivalentes. Trata-se de elemento fundamental na Teoria dos Campos Conceituais, uma vez que a elaboração do conhecimento depende da experiência com a diversidade das *situações* que compõem o Campo (VERGNAUD, 2009). Nesse mesmo nível, observa-se a palavra “questões” e, no nível imediatamente inferior, o termo “matemáticos”, sempre referente a problemas e assuntos matemáticos. Pode-se dizer que tais termos se aproximam da palavra situação. Entretanto, considerando o que preconiza Duval (2012), tais conceitos são generalizantes para qualquer atividade ou problema proposto pelo(a) professor(a) a seus alunos. Eles deixam de lado aspectos relevantes que diferenciam uma situação da outra. Por outro lado, os termos “classificar” e “classificação”, também aqui tomados como equivalentes, ressaltam o que o autor destaca, isto é, a necessidade de classificar as situações e perceber as distinções que existem entre elas.

As palavras mais destacadas na nuvem revelam a influência dos estudos teóricos realizados durante a formação sobre o campo conceitual aditivo (VERGNAUD, 2009). Assim, a presença dessas palavras nas respostas dos bolsistas indica indícios da compreensão da teoria que aborda a necessidade de diversificar as situações em suas estruturas matemáticas, atentando-se para o que é fixo em cada estrutura, os chamados invariantes operatórios (VERGNAUD, 2009), e as diferentes representações da criança, na busca por estratégias de resolução. Esses três fatores constituem a tríade para a conceituação dentro do campo aditivo, por exemplo. O que demonstra indícios de desenvolvimento do conhecimento especializado do conteúdo.

Além disso, a frequência dessas palavras, com a similaridade de tamanho, pode indicar a manifestação do conhecimento do conteúdo e do ensino. Esse conhecimento refere-se, no caso do trabalho com o campo conceitual aditivo, às escolhas do(a) professor(a) acerca das situações a serem usadas e de suas classificações, exibindo chances de diferentes elaborações a partir de suas diferenças (BALL; THAMES; PHELPS, 2008). Para que o(a) docente faça isso, ele(a) precisa dominar o conteúdo abordado, isto



é, precisa compreender que existem diferentes classificações para as situações-problema que envolvem adição e subtração. Essa interpretação é reforçada com o aparecimento das palavras “operação”, “resolução”, “problemas”, “problema”, “aditivas”, “esquemas”, “conceitos”, “subtração”, “diferentes”, “conteúdo” e “texto”, que se mantêm nas margens direita e esquerda da nuvem.

Direcionando a atenção para as margens direita e esquerda da nuvem de palavras, encontram-se aquelas com menor destaque, embora ainda guardem importância. Tais palavras podem ser divididas em dois grupos: o primeiro já mencionado anteriormente, com as palavras com maior destaque, e o segundo, que contém as palavras “compreensão”, “compreender”, “entender”, “aprendi”, “refletir” e “analisar”. Juntas, essas palavras podem sinalizar aprendizagens em desenvolvimento e a potencialização das ações de refletir e analisar, realizadas pelos(as) bolsistas, possibilitando um pensar científico – o que vai ao encontro dos resultados obtidos por Santos (2016), que constatou evidências desse tipo de pensamento nos(as) bolsistas que investigou.

As palavras “dificuldades”, “dificuldade” e “dúvida”, que também estão às margens da nuvem, podem indicar a preocupação dos bolsistas com os conhecimentos elaborados pelos(as) estudantes, o que aproxima do que Ball, Thames e Phelps (2008) denominam de conhecimento do conteúdo e dos alunos. Podem, entretanto, indicar as dificuldades e dúvidas dos(as) próprios(as) bolsistas em relação ao que se tratava no processo formativo, considerando que, na Atividade Reflexiva (questão 4), era solicitado o relato sobre as dificuldades e/ou dúvidas em cada encontro.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste artigo, cujo objetivo foi analisar os conhecimentos manifestados por bolsistas de IC, imersos em um contexto que buscava a colaboração, para a sua formação docente em Matemática, identificaram-se contribuições em relação ao contexto colaborativo. Esse ambiente, ao ser buscado, com a implementação de estratégias que dessem voz e vez a todos(as) os(as) integrantes, permitiu que a participação e a aprendizagem dos(as) bolsistas de IC fossem potencializadas. Contudo, ressalta-se que a referida participação e as aprendizagens não foram de igual nível para todos. Houve bolsistas que participaram mais e manifestaram ter desenvolvido mais conhecimentos, mas também houve aqueles com participações menos intensas e com menos manifestações de conhecimentos. Cabe destacar que a pesquisa em análise não foi pensada, inicialmente, com foco na formação



inicial, e sim na formação continuada de professores(as) da educação básica. O projeto tomou novos rumos em função, principalmente, da referência teórica da colaboração e do empoderamento dos próprios IC, pela formação, por perceberem que precisavam assumir protagonismo em distintos momentos, para haver coerência entre o estudado e o vivenciado.

Compreendeu-se, a partir da literatura e dos dados encontrados, que a IC é uma possibilidade ímpar de formação durante a graduação, pois promove a construção de conhecimentos sobre pesquisa científica e sobre a própria graduação que o(a) bolsista de IC cursa. Com relação à Pesquisa Colaborativa aliada à IC, identificaram-se benefícios para a formação dos(as) bolsistas, isto é, a partir do ambiente colaborativo, com relações cada vez mais horizontalizadas e com respeito mútuo às diferenças formativas de cada integrante. Os(as) bolsistas de IC demonstraram construir aprendizagens significativas para sua formação enquanto futuros(as) professores(as) que ensinam Matemática.

Assim, identificou-se que o conhecimento mais manifestado entre os(as) bolsistas de IC foi o conhecimento de conteúdo e de ensino. Infere-se que a participação de professores(as) da educação básica na pesquisa chamou a atenção dos(as) bolsistas de IC, pois estes logo estarão no lugar e/ou junto desses(as) professores(as) na escola. Cabe destacar que essa interação entre pessoas com diferentes formações e experiências é uma característica da própria pesquisa. Dessa forma, as formações inicial e continuada de professores(as) influenciaram-se mutuamente, entrelaçando-se de forma que suas delimitações ficaram menos perceptíveis. Assim, foi possível observar a construção desse conhecimento na expressão dos(as) cinco bolsistas. Observou-se, assim, que a pesquisa potencializou a construção de conhecimentos voltados para a prática docente, e que as reflexões e aprendizagens dos(as) bolsistas tiveram como foco o(a) aluno(a) e o ato de ensinar.

Com tal contexto como pano de fundo, pode-se pensar que este artigo contribuiu para a discussão emergente sobre formação de bolsistas de Iniciação Científica de cursos de licenciatura, tendo em vista que seus resultados proporcionaram novas reflexões à formação de professores(as) que ensinam Matemática. Dito isso, sinaliza-se a necessidade de mais pesquisas para aprofundar e demonstrar as reverberações da participação em uma pesquisa fundamentada na colaboração para a formação de bolsistas de Iniciação Científica.



REFERÊNCIAS

- ANDRÉ, M. E. D. A. Professores iniciantes: egressos de programas de iniciação à docência. **Revista Brasileira de Educação**, [S. l.], v. 23, ed. 230095, 2018.
- BALL, D. L.; THAMES, M. H.; PHELPS, G. Content Knowledge for Teaching: what makes it special? **Journal of Teacher Education**, [S. l.], v. 59, n. 5, p. 389- 407, 2008.
- BALL, D. L. With an eye on the mathematical horizon: Dilemmas of teaching elementary school mathematics. **Elementary School Journal**, [S. l.], v. 93, n. 4, p. 373-397, 1993.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Tradução de Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70, 2016.
- BRIDI, J. C. A. A pesquisa nas universidades brasileiras: implicações e perspectivas. In: MASSI, L.; QUEIROZ, S. L. (Org.). **Iniciação científica: aspectos históricos, organizacionais e formativos da atividade no ensino superior brasileiro**. São Paulo: Editora Unesp Digital, 2015. p. 13-36.
- DUVAL, R. Registros de representação semiótica e funcionamento cognitivo do pensamento. Tradução de Mércles Thadeu Moretti. **Revista Eletrônica de Educação Matemática**, Florianópolis, v. 7, n. 2, p. 266-297, 2012. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/revemat/article/view/1981-1322.2012v7n2p266>. Acesso em: 10 jan. 2023.
- GRANDO, R. C.; NACARATO, A. M.; LOPES, C. E. Narrativa de aula de uma professora sobre a investigação estatística. **Educação & Realidade**, Porto Alegre, v. 39, n. 4, p. 985-1002, out./dez., 2014. Disponível em: http://www.ufrgs.br/edu_realidade. Acesso em: 22 abr. 2022.
- IBIAPINA, M. L. M. **Pesquisa Colaborativa: investigação, formação e produção de conhecimentos**. Brasília: Editora Liber Livro, 2008.
- IBIAPINA, I. M. L. M. Reflexões sobre a produção do campo teórico-metodológico das pesquisas colaborativas: gênese e expansão. In: IBIAPINA, M. L. M.; BANDEIRA, H. M. B.; ARAUJO, F. A. M. (Orgs.) **Pesquisa colaborativa: multirreferenciais e práticas convergentes**. Piauí: EDUFPI, 2016.
- KIRSCH, D. B. **A iniciação científica na formação inicial de professores: repercussões no processo formativo de egressas do curso de pedagogia**. 2007. 111 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.
- LAGE, M. C. Utilização do software NVivo em pesquisa qualitativa: uma experiência em EaD. **ETD - Educação Temática Digital**, [S. l.], n. 12, p. 198-226, 2011. Disponível em: <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-243727>. Acesso em: 22 abr. 2022.
- LIMA, F. H. Um método de transcrições e análise de vídeos: a evolução de uma estratégia. In: Encontro Mineiro de Educação Matemática (VII EMEM), 7., 2015, São João Del Rei. **Anais [...]**. São João Del Rei: Universidade Federal de São João Del Rei, 2015. v. 7. p. 1-11.
- MASSI, L.; QUEIROZ, S. L. (Org.). **Iniciação científica: aspectos históricos, organizacionais e formativos da atividade no ensino superior brasileiro**. São Paulo: Editora Unesp Digital, 2015.
- MINAYO, C. O desafio da pesquisa social. In: DESLANY, S. F.; GOMES, R.; MINAYO, C. (Orgs.). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. Petrópolis: Vozes, 2011. p. 30-58.



MINAYO, M. C. S. Análise qualitativa: teoria, passos e fidedignidade. **Ciência & Saúde Coletiva**, [S. l.], v. 17, n. 3, p. 621-626, 2012.

MIOLA, A. F. S.; PEREIRA, P. S. As contribuições de uma proposta de formação continuada para o desenvolvimento profissional de professores de Matemática. *In*: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 7., 2018, Foz do Iguaçu. **Anais** [...], Foz do Iguaçu: Sbem, 2018. Disponível em: <http://www.sbemparana.com.br/viisipem/portuguese/index.php>. Acesso em: 22 abr. 2022.

NUNES, T.; CAMPOS, T. M.; MAGINA, S.; BRYANT, P. As estruturas aditivas: avaliando e promovendo o desenvolvimento dos conceitos de adição e subtração em sala de aula. *In*: NUNES, T.; CAMPOS, T. M.; MAGINA, S.; BRYANT, P. (Orgs.). **Educação matemática 1: números e operações numéricas**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2009.

O'NEILL, M. **How to apply NVivo in a PhD using the NVivo toolkit**. Queensland: University of the Sunshine Coast, 2013.

SANTOS, T. J. F. **A linguagem revelando o desenvolvimento do pesquisador na prática da Iniciação Científica**. 2016. 375 f. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Letras, Língua e Literatura Francesa) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8146/tde-05082016-132904/pt-br.php>. Acesso em: 22 de abril de 2022.

SCHULMAN, L. S. Conhecimento e ensino: fundamentos para a nova reforma. **Cadernoscenpec**, São Paulo, v. 4, n. 2, p.196-229, dez., 2014.

SCHULMAN, L. S. Those who understand: the knowledge growths in teaching. **Educational Researcher**, [S. l.], p. 4-14, fev., 1986.

VERGNAUD, Gerard. **A criança, a Matemática e a realidade**: problemas do ensino da Matemática na escolar elementar. Curitiba: Actas, 2009.

YIN, R. K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. Tradução de Cristhian Matheus Herrera. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

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

