



CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA

Matemática em ação: reflexões do experimento “ateliê de matemática” no ensino fundamental*Mathematics in action: reflections of the experiment “ateliê of mathematics” in the fundamental teaching*Rodrigo Sychocki da Silva¹, Leandro de Andrades Campos²**RESUMO**

O artigo é um recorte de uma pesquisa de mestrado em Ensino de Matemática que consistiu no desenvolvimento de uma sequência de atividades de caráter interdisciplinar, a partir de estruturação teórica e metodológica, seguida da experimentação em uma turma dos anos finais do Ensino Fundamental de uma escola municipal situada no Rio Grande do Sul. O objetivo principal da pesquisa foi analisar como os estudantes, a partir de diálogos e comunicações, produziam e argumentavam sobre matemática. Utilizaram-se como fundamentação teórica para as análises e reflexões sobre a prática as ideias de Jean Piaget e Lev Vygotsky. A pesquisa de cunho qualitativo e definida na modalidade de pesquisa-ação fez com que o professor-pesquisador envolvido nas atividades observasse, analisasse e refletisse sobre suas ações e também sobre as produções matemáticas dos estudantes. A título de conclusão para a pesquisa destaca-se que o trabalho coletivo na sala de aula além de oportunizar momentos de aprendizagem valoriza o desenvolvimento da postura autônoma dos estudantes diante de situações que exija reflexão a respeito da matemática utilizada.

Palavras-chave: Autonomia; cooperação; experimento; interdisciplinaridade; zona de desenvolvimento proximal.

ABSTRACT

The article is a cross - section of a master 's research in Mathematics Teaching that consisted in the development of a sequence of activities of interdisciplinary character, starting from theoretical and methodological structuring, followed by experimentation in a class of the final years of Elementary School Rio Grande do Sul. The main objective of the research was to analyze how students, from dialogues and communications, produced and argued about mathematics. The ideas of Jean Piaget and Lev Vygotsky were used as theoretical basis for the analyzes and reflections on the practice. Qualitative and defined research in the research-action modality made the researcher involved in the activities observe, analyze and reflect on their actions and also on the mathematical productions of the students. As a conclusion to the research it is highlighted that the collective work in the classroom besides opportunizing moments of learning values the development of the students' autonomous posture in situations that require reflection on the mathematics used.

Keywords: *Autonomy; cooperation; experiment; interdisciplinarity; zone of proximal development.*

¹ Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Porto Alegre/RS – Brasil. E-mail: sychocki.rodriigo@gmail.com

² Idem. E-mail: leandromatemat@gmail.com



1. INTRODUÇÃO

O presente artigo, organizado a partir do recorte de uma pesquisa de mestrado em Ensino de Matemática ocorrida em 2018, teve como questionamento central: como ocorre a construção de conceitos matemáticos por meio da cooperação entre estudantes imersos em um cenário de investigação durante a realização de atividades interdisciplinares com a mediação do professor?

A pergunta de pesquisa parte de um contexto de sala de aula vivenciado por um dos autores do artigo, o qual em uma aula de matemática no Ensino Fundamental observou estudantes “desesperados”, que solicitavam a resolução de questionamentos relacionados aos movimentos de física (MRU). Ao fazer menção de quais seriam os exercícios explorados, percebeu-se que estes tinham relação direta com a matemática que na época se estava estudando na escola, a saber, funções do primeiro grau.

Na ocasião foi possível perceber que um fator que dificultava a compreensão dos estudantes era que os estudos dos fenômenos físicos estavam sendo tratados unicamente por meio de enunciados e equações. Na ação de transferir para o plano cartesiano as informações mencionadas pelos estudantes em aula, esboçando as equações dos movimentos da física e comparando-as com aquelas estudadas nas aulas de matemática, diversas reações por parte dos participantes da aula foram percebidas, os quais pareciam demonstrar maior compreensão e interesse pelo tema em estudo.

A partir daí, passou-se a explorar a disciplina de física como um campo de aplicação da matemática e também auxiliador na compreensão dos conceitos envolvidos. E ainda, no que tange as contribuições que um processo de ensino interdisciplinar possa contribuir na formação dos estudantes, tem-se por parte do professor-pesquisador, autor desse texto, um movimento reflexivo de aproximação entre diferentes áreas do conhecimento para o ensino de matemática. Corroborando nesse sentido, Almeida (2004, p.11) afirma ser necessário que se encontre uma contextualização dos problemas, pois é “uma estratégia para encontrar os elos que permitem ao aluno dar significado ao que está aprendendo, o que depende em grande parte da sensibilidade do professor”. Logo, o estudo da matemática com predomínio e ênfase às técnicas de cálculo descontextualizado, com frequência costuma não fazer sentido aos estudantes que acabam por desistir de estudá-la, uma vez que não conseguem perceber utilidade da ciência matemática em seu cotidiano.

A pesquisa, de caráter metodológico qualitativo com aportes na pesquisa-ação, se propôs, na qualidade de objetivos gerais, analisar os efeitos de estudos investigativos à aprendizagem de estudantes do nono ano, por meio de atividades interdisciplinares. Teve-se enquanto objetivo específico analisar o desenvolvimento da aprendizagem dos estudantes, os quais foram dispostos aos pares e tiveram o estímulo de cooperarem entre si. Um olhar sobre o desenvolvimento de autonomia e postura dos estudantes diante das atividades realizadas também se caracterizou como um dos objetivos específicos da pesquisa.



O presente artigo apresenta e reflete sobre uma prática de “Ateliê de Matemática” produzida com estudantes dos anos finais do ensino fundamental em uma cidade do Rio Grande do Sul. A terminologia “Ateliê” foi usada para intitular e caracterizar uma prática de ensino ativa que ocorreu, uma vez entendido que a partir da ação e reflexão dos estudantes se construiria conceitos e ideias matemáticas. O uso da palavra “Ateliê” polariza-se aqui com o termo “Oficina” uma vez que não se caracterizou e oportunizou uma ação dos participantes de forma passiva ou receptora dos conhecimentos. Os experimentos realizados e a condução da prática procuraram oportunizar que os estudantes participantes de fato colocassem a “matemática em ação” a serviço da construção de conceitos.

Portanto, com o intuito de divulgar na comunidade científica a pesquisa feita faz-se uso do presente texto, organizado da seguinte forma: na seção 2 são mostrados os fundamentos teóricos que envolveram a temática da pesquisa; na seção 3 é explanada a caracterização metodológica, materiais e métodos utilizados; a seção 4 mostra e reflete sobre os resultados de dois experimentos feitos junto aos estudantes durante a sequência de atividades e por fim na seção 5 são apresentadas as considerações para o estudo, a título de conclusões parciais. De forma antecipada mencionamos que as reflexões e posições apresentadas na seção 5 não são encaradas como resultados fixos e acabados, pelo fato de que a prática docente deve ser entendida, e essa é nossa posição aqui, como um exercício constante de (re)construção do professor de matemática.

2. APORTE TEÓRICO: UMA ARTICULAÇÃO³ ENTRE AS TEORIAS DE PIAGET E VYGOTSKY

A pesquisa concentrou-se no estudo das teorias de Piaget e Vygotsky, apoiando-se na ação do sujeito aos contributos derivados de suas relações sociais para construir o conceito de aprendizagem. Portanto, a partir dessas perspectivas teóricas apresenta-se nas próximas linhas dizeres sobre esses dois autores, os quais contribuíram para a análise e reflexão das produções dos estudantes oriundas do “ateliê de matemática”.

Iniciamos com a explanação do conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) oriundo da teoria de Vygotsky. Fino (2001) apresenta uma caracterização para a Zona de Desenvolvimento Proximal de Vygotsky como sendo:

[...] a distância que medeia entre o nível atual de desenvolvimento da criança, determinado pela sua capacidade atual de resolver problemas individualmente, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da resolução de problemas sob orientação de adultos ou em colaboração com pares mais capazes. (FINO, 2001, p.5).

A partir da citação é possível observar que o ensino da matemática que se faça por meio de situações às quais estudantes e professores cooperam com o intuito de construir possíveis soluções, possa contribuir para o desenvolvimento do estudante. O desenvolvimento da capacidade de pensar, compreender e resolver problemas pode

³ Na dissertação de mestrado, de acordo com as características do texto acadêmico, o espaço para apresentação e profundidade do debate envolvendo o referencial teórico é maior do que em um artigo. Isso não desqualifica a apresentação feita aqui, em caráter menor, porém necessária e válida para as análises que serão apresentadas na seção 4 do artigo.



ser potencializado a partir da interação entre os pares, sejam eles estudantes/professores, estudantes/estudantes. Logo, é notável observar que a resolução de conflitos e impasses que surgem à medida que se explora determinado contexto pode, por meio das discussões entre os envolvidos, convergir para um conhecimento construído e assimilado pelos partícipes do processo.

Os estudos conduzidos por Vygotsky são definidos também como sendo estudos de psicologia “cultural”, “histórica” ou “instrumental”. Ou ainda, teoria histórico-cultural da atividade. Essa teoria, de acordo com Fino (2001, p.2), descreve:

[...] os processos através dos quais o conhecimento é construído como resultado da experiência pessoal e subjetiva de uma atividade. Considera que a atividade precede o conhecimento, que é mediada por signos culturais (linguagem, utensílios, tecnologias, meios de comunicação, convenções, etc.) [...] (FINO, 2001, p.2).

Portanto, segundo tal aporte teórico, o conhecimento é construído a partir da atividade dos estudantes em que são utilizados instrumentos os quais são construídos pelos próprios a partir de situações oferecidas ou por algum experimentador, ou pelo seu próprio ambiente natural. Tais instrumentos culturais de acordo com Vygotsky *et al.* (1988, p.26) não saíram da “cabeça de Deus”, mas foram inventados e aperfeiçoados pelo indivíduo ao longo da história. Também contornam a perspectiva teórica de Vygotsky os seguintes temas que foram sendo desenvolvidos ao longo de seus escritos:

a) o uso de um método genético ou de desenvolvimento; b) a afirmação de que as mais elevadas funções mentais do indivíduo emergem de processos sociais e psicológicos humanos que se formam através de ferramentas, ou artefatos culturais, que medeiam a interação entre indivíduos e entre estes e os seus envolvimentos físicos. (FINO, 2001, p.2).

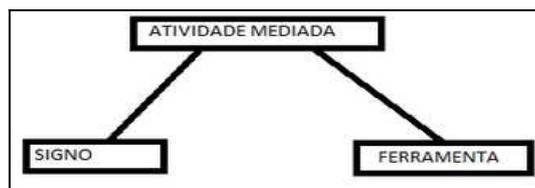
De acordo com o exposto acima, é possível afirmar que parte ponderada da aprendizagem dos estudantes e conseqüentemente do seu desenvolvimento provem da interatividade entre estes com pares que já tenham conhecimentos e habilidades já construídos. Ainda na mesma temática, a aprendizagem pode ser desenvolver a partir do estudo de objetos propostos por um experimentador, ou pelo próprio ambiente social em que os indivíduos estão inseridos.

Dessa forma, entende-se ser preciso avaliar e estudar o processo de aprendizagem do indivíduo não apenas de forma individualizada, mas em seu envolvimento social, pois o individual e o social são “[...] elementos mutuamente constitutivos de um único sistema interativo.

E dentro desse sistema, o desenvolvimento cognitivo devia ser entendido como um processo de aquisição cultural [...]” (FINO, 2001, p.3). Processo esse que se dá pela mediação entre o indivíduo e o seu ambiente (o mundo), e o indivíduo e o seu semelhante por meio de uma ferramenta ou um signo, conforme representado pela figura 1.



Figura 1 - A atividade do sujeito por intermédio de uma ferramenta e seus signos.



Fonte: Vygotsky (1994, p.71).

Ainda de acordo com o autor nos “[...] estudos do desenvolvimento mental das crianças, geralmente admite-se que só é indicativo da capacidade mental das crianças aquilo que elas conseguem fazer por si mesmas [...]” (VYGOTSKY, 1994, p.111). Porém, o nível mais indicativo do desenvolvimento mental das crianças, o qual foi ignorado durante muito tempo por psicólogos e educadores, não é o nível de desenvolvimento real, já que nesse estágio a criança já maturou as funções para a realização de tarefas. Em relação a isso, Vygotsky (1994) disserta que:

Por outro lado, se a criança resolve o problema depois de fornecermos pistas ou mostrarmos como o problema pode ser solucionado, ou se o professor inicia a solução e a criança a completa, ou, ainda, se ela resolve o problema em colaboração com outras crianças - em resumo, se por pouco a criança não é capaz de resolver o problema sozinho - a solução não é vista como um indicativo de seu desenvolvimento mental. Esta “verdade” pertencia ao senso comum e era por ele reforçada. Por mais de uma década, mesmo os pensadores mais sagazes nunca questionaram esse fato; nunca consideraram a noção de que aquilo que a criança consegue fazer com ajuda dos outros poderia ser, de alguma maneira, muito mais indicativo de seu desenvolvimento mental do que aquilo que consegue fazer sozinho. (VYGOTSKY, 1994, p.111).

A partir da citação anterior manifesta-se aqui que o intuito da pesquisa feita não tenha sido somente nas funções e capacidades já consolidadas ou desenvolvidas pelos participantes, mas, desejou-se saber também qual o desenvolvimento e aprendizado que poderia ser proporcionado aos estudantes, a partir de problemas que eles não conseguiriam resolver sozinhos, mas por meio da cooperação entre os pares.

A ideia de Piaget (1973, p.17) converge com a teoria de Vygotsky no que concerne à importância do envolvimento social dos estudantes nas práticas escolares, uma vez que para o autor “[...] o conhecimento humano é essencialmente coletivo e a vida social constitui um dos fatores essenciais da formação e do crescimento dos conhecimentos pré-científicos e científicos [...]”. O autor vai adiante ao afirmar que:

[...] assim como o desenvolvimento orgânico individual depende, por um lado, da transmissão hereditária, assim também o desenvolvimento mental individual é condicionado em parte (e além dos fatores de maturação orgânica e de formação mental *stricto sensu*) pelas transmissões sociais ou educativas [...]. (PIAGET, 1973, p.27).

A partir disso, entende-se que a cooperação entre os estudantes por meio da socialização de situações pode contribuir potencializando o processo de construção do conhecimento dos mesmos. E ainda, oportunizando uma formação da capacidade de



se trabalhar em equipe, e oportunamente, na conscientização da solidariedade com colegas em dificuldade.

Ademais, de acordo com Piaget (1973, p.18) é possível afirmar que por meio das interações entre os indivíduos há transmissão cultural ou exterior, pela qual é possível observar mudanças no comportamento de seres de um mesmo grupo. Tais mudanças se dão por meio de interações exteriores (sociais ou educativas), e quando ocorrem, são constituídas “[...] por transmissões externas e interações que modificam o comportamento individual [...]”. E que requerem um método de análise dirigido ao “[...] conjunto do grupo considerado como sistema de interdependências construtivas, e não somente uma explicação biológica das estruturas orgânicas ou instintivas [...]”. A partir disso, vale mencionar sobre a importância da troca de saberes por meio do diálogo entre os pares de estudantes, e entre estudantes e professor.

Há a ressalva que não somente é de suma importância a postura do professor em sala de aula, mas também a necessidade de se estabelecer ambientes investigativos para os estudantes, uma vez que para Piaget (1973, p.27) o “[...] desenvolvimento individual é em parte condicionado pelo meio social [...]” em que o indivíduo está inserido. Por exemplo, se o professor frequentemente expõe um problema e em seguida mostra como se faz fornecendo o resultado de tal problema à turma, é bem provável que os estudantes esperem sempre do professor a mesma atitude. Em outras palavras, o meio, aqui entendido como “aula” pode corroborar na aceleração do desenvolvimento intelectual dos estudantes, ou pelo contrário, pode inibir tal desenvolvimento.

Entende-se dessa forma que para que o estudante possa pôr em ação as suas potencialidades mentais, intelectuais e criativas, se faz necessário que sejam geradas situações as quais há necessidade de se pôr em prática a maneira de pensar. Em relação à aceleração ou inibição do desenvolvimento do indivíduo, Piaget (1973, p.28-29) disserta que:

Se a transmissão social acelera o desenvolvimento mental individual, é porque entre uma maturação orgânica que fornece potencialidades mentais, mas sem estruturação psicológica feita, e uma transmissão social que fornece os elementos e o modelo de uma construção possível, mas sem impor esta última num bloco acabado, há uma construção operatória que traduz em estruturas mentais as potencialidades oferecidas pelo sistema nervoso; mas ela só efetua esta tradução em função de interações entre indivíduos e, por conseguinte sob a influência aceleradora ou inibidora dos diferentes modos reais destas interações sociais. Assim, o biológico invariante (enquanto hereditário) se prolonga simultaneamente em mental e em social, e é a interdependência desses dois últimos fatores que pode explicar as acelerações ou os atrasos do desenvolvimento segundo os diversos meios coletivos. (PIAGET, 1973, p.28-29).

A partir do trecho acima é possível inferir que, de acordo com o ensino proposto, a aprendizagem e o desenvolvimento da criança possam ser ou prejudicados ou potencializados. Dessa forma, entende-se que a falta de interação social entre os estudantes por meio do diálogo e troca de ideias possa inibir o desenvolvimento da aprendizagem. Desse modo, ressaltamos sobre a importância que a atividade dos



estudantes representa em relação a aspectos na formação lógica dos mesmos, quando esses se envolvem ativamente na construção de soluções em uma aula de matemática. Piaget (1973, p.95) cita que as “operações lógicas” procedem dessa ação, mas não somente isso, também é categórico ao dizer que a “[...] passagem da ação irreversível às operações reversíveis se acompanha necessariamente de uma socialização das ações, procedendo ela mesma do egocentrismo à cooperação [...]”.

No tocante a isso é possível observar a manifestação do pensamento reversível nos estudantes quando estes se envolvem ativamente nos processos de construção de soluções dos problemas, ou dos conceitos matemáticos ao conseguirem também explicar como inferiram soluções. Com isso, não temos agora a aplicação de um determinado algoritmo, mas uma construção lógica por parte destes. Analogamente, o estudante passa de uma ação irreversível para uma ação reversível quando este consegue não apenas sair de um ponto A ao ponto B de um determinado problema, mas também quando consegue voltar do ponto B para o ponto A, caracterizando a reversibilidade.

Portanto, a construção do conhecimento proposto por Piaget não supervaloriza as atividades por meio de manipulação em material concreto (experimentos físicos) em detrimento das atividades mentais superiores (educação intelectual). Também não propõe um ensino em que o papel dos estudantes limita-se a uma atividade mecânica de repetir a maneira de fazer do professor ou do livro didático. Ao contrário, a aprendizagem é construída a partir da ação dos próprios estudantes, seja ela manipulação concreta, observação e descrição do real, continuando por meio da atividade mental. E, por fim, toda essa construção fica a serviço do sujeito para que possa ser aplicada em outras situações.

A partir desse posicionamento teórico pode-se concluir que um ensino na perspectiva de Piaget e Vygotsky tenha dois pilares, a saber, a atividade do sujeito ou a sua ação, e a questão social no processo. Por esse ponto de vista, afirma-se que não será a aula exclusivamente expositiva que oportunizará aos sujeitos tais condições, pelo contrário, ela deixa e conduz às ações passivas e isoladas. Nem tampouco se quer dizer que a atividade dos estudantes em certos níveis de desenvolvimento esteja necessariamente relacionada à exclusiva manipulação de objetos.

Entende-se como necessário que o ensino de matemática, preferencialmente, envolva a investigação, nas quais os estudantes tenham que por em prática a sua criatividade, a sua maneira de pensar. Caso contrário, eles estarão apenas repetindo o que o professor fez ou os exemplos já apresentados no livro didático. O que, para Mandarino (2004, p.7), não significa resolver problemas, haja vista que para ele “[...] resolver problemas não é apenas aplicar uma fórmula tal para encontrar um resultado. Não é simplesmente memorizar e resolver um algoritmo, sem que se saiba muito bem por que e para que [...]”.

Nesse sentido, Piaget (1973, p.26) também manifesta que antes de chegar à fase de construção de operações lógicas e numéricas, noções sobre espaço, tempo e velocidade a criança tem a “[...] necessidade, apesar das coações sociais de todas as espécies que lhe impõem estas noções ao estado acabado e comunicável, de repassar por todas as etapas de uma reconstrução intuitiva [...]” e, somente após isso, a fase operatória. Ou seja, ao invés de receber as noções prontas, seja-lhe, apresentada



situações por meio de representações, as quais serão elementos que irão contribuir na assimilação por parte da criança. Em outras palavras, entende-se que ocorre o desenvolvimento da capacidade de pensar e por sua vez de resolver problemas de forma autônoma, quando o estudante reconstrói a situação dada, reorganiza os dados do mesmo, e sem a coação do livro didático ou do professor, resolve-o a sua maneira. Sobre isso, Piaget (1973, p.21) disserta que:

Porque, se a escola inculca na criança o conteúdo das representações coletivas segundo certo programa cronológico, a linguagem e os modos usuais de raciocínio lhe são impostos em bloco pelo meio que a cerca: se ela escolhe em cada estágio certos elementos e os assimila em certa ordem na sua mentalidade, é porque a criança já não sofre mais passivamente a coação da “vida social” que da “realidade física” consideradas em sua totalidade, mas opera uma segregação ativa no que lhe é oferecido e reconstrói à sua maneira, assimilando-o. (PIAGET, 1973, p.21).

Por fim, a partir das exposições teóricas dessa seção vale refletir sobre a necessária desobrigação dos professores em inculcar conteúdos nos estudantes a partir de uma ordem cronológica imposta pelo sistema escolar. Percebe-se que tal prática pode conduzir para um ensino de matemática descontextualizado no qual os estudantes desconhecem os motivos e a utilidade de se estudar a ciência matemática, enfraquecendo a construção do senso crítico e posicionamento diante do conhecimento científico.

3. CARACTERÍSTICAS METODOLÓGICAS: MATERIAIS E MÉTODOS

Com intuito de responder a questão norteadora da pesquisa, entende-se ser a metodologia denominada qualitativa a mais apropriada para caracterizar tal intento. Nesse aspecto recorre-se à ideia de D'Ambrosio (2004, p.12) o qual afirma que pesquisas qualitativas têm como foco “[...] entender e interpretar dados e discursos, mesmo quando envolve grupos de participantes [...]”. E ainda, para esse autor a pesquisa qualitativa “[...] é o caminho para escapar da mesmice. Lida e dá atenção às pessoas e às suas ideias, procura fazer sentido de discursos e narrativas que estariam silenciosas. E a análise dos resultados permitirá propor os próximos passos [...]” (p.21).

Assim, justifica-se a escolha por tal metodologia pelo fato que seja de nosso interesse compreender como se dá a construção de conceitos matemáticos por meio das práticas propostas, as posições particulares de cada estudante sejam elas por meio de diálogos entre os pares ou por meio de desenvolvimentos escritos (análise documental). Ou seja, não estamos interessados apenas nos resultados, mas também no caminho percorrido pelos estudantes para construir tais resultados. Tais aspectos estão de acordo com a caracterização de pesquisa qualitativa trazida por Borba e Araújo (2004, p.25):

1. Na pesquisa qualitativa a fonte direta de dados é o ambiente natural, constituindo o investigador o instrumento principal;
2. A investigação qualitativa é descritiva;



3. Os investigadores qualitativos interessam-se mais pelo processo do que simplesmente pelos resultados ou produtos;
4. Os investigadores qualitativos tendem a analisar os seus dados de forma indutiva; e,
5. O significado é de importância vital na abordagem qualitativa.

Além disso, na pesquisa qualitativa o professor-pesquisador insere-se nos ditos cenários investigativos, como pesquisador da sua própria prática e cujo intuito não seja apenas observar, mas também intervir na prática com o propósito de encontrar caminhos que aperfeiçoem a mesma. Dessa forma, entende-se que a postura enquanto professor-pesquisador caracteriza um tipo especial de pesquisa aqui feita, a qual é denominada por Fiorentini e Lorenzato (2006) como pesquisa-ação e definida da seguinte maneira:

A pesquisa-ação, nesse sentido, é um processo investigativo de intervenção em que caminham juntas prática investigativa, prática reflexiva e prática educativa. Ou seja, a prática educativa, ao ser investigada, produz compreensões e orientações que são imediatamente utilizadas na transformação dessa mesma prática, gerando novas situações de investigação. (FIORENTINI; LORENZATO, 2006, p.112-113).

Assim, usando-se como referência da pesquisa a definição proposta por Fiorentini e Lorenzato (2006, p.112-113), torna-se elemento importante para chegar às possíveis respostas da questão norteadora a consideração de uma sequência de passos que, de certa forma, definem a pesquisa-ação. Tal sequência é ilustrada e descrita por Fiorentini por meio do esquema mostrado na figura a seguir:

Figura 2 - Ciclos da Pesquisa-Ação.

Planejamento ⇒ Ação ⇒ Observação ⇒ Registros ⇒ Sistematização/Reflexão/Análise ⇒ Avaliação
 ⇒ Planejamento de novas ações ⇒ Novas ações ⇒ Novas observações ⇒ Novos registros ⇒ Novas análises e avaliações ⇒ e assim por diante

Fonte: Fiorentini e Lorenzato (2006, p.113).

A partir da sequência acima é possível entender a pesquisa-ação como um processo em que o investigador observa, reflete sobre a mesma, e por fim, intervém com o intuito de proporcionar o aperfeiçoamento da aprendizagem dos estudantes.

A pesquisa aqui apresentada ocorreu centrada na reflexão-ação. No decorrer da pesquisa almejou-se planejar situações que valorizassem o diálogo, a construção coletiva de conceitos matemáticos por meio de debates, além da negociação de significados daquilo que estava sendo estudado e investigado. Nesse aspecto, a pesquisa-ação que pode ser considerada uma técnica de coleta de dados também é uma modalidade de pesquisa que torna o participante da ação um pesquisador de sua própria prática.

O conjunto de atividades elaborado durante o estágio supervisionado do Mestrado Profissional em Ensino de Matemática da Universidade Federal do Rio Grande do Sul foi aplicado em uma turma de nono ano da Escola Municipal de Ensino Fundamental



General Osório da cidade de Canoas (RS) no ano de 2018. A turma era constituída por 32 estudantes, predominantemente morador do bairro Rio Branco na cidade de Canoas (RS). Não se pode afirmar que a turma tivesse problemas de indisciplina e que isso interferisse de forma negativa no andamento das propostas de ensino, pelo contrário, de um modo geral o grupo de estudantes mostrou-se participativo e engajado durante todo o desenvolvimento das atividades.

Com o intuito de não se perder detalhes importantes em relação aos caminhos trilhados pelos estudantes na construção de soluções optou-se por registrar⁴ a dinâmica das aulas por meio de gravações de áudio e vídeo, diário de campo, bem como os registros escritos realizados pelos estudantes. Entende-se que seja de fundamental importância a pluralidade de tais registros uma vez que durante as investigações realizadas pelos estudantes, por vezes, perdeu-se aspectos da forma como eles tinham pensado e agido diante das atividades. A prática foi desenvolvida com o propósito de propiciar aos estudantes investigações em que os mesmos pudessem por meio da descrição e observação de experimentos, bem como debates em grupo, construir a própria aprendizagem. Foi feito um olhar, análise e reflexão para a presente pesquisa com foco na representação gráfica dos experimentos físicos realizados, bem como a proposição de soluções por parte dos estudantes por meio da sua leitura e interpretação à luz dos referenciais teóricos estudados.

Além disso, a prática de ensino que ocorreu teve como características a construção de conceitos matemáticos por meio da experimentação e diálogo entre os pares durante toda a prática. Em outras palavras, pretendeu-se propor um ensino que não seguisse a tríade definição/exemplo/exercício, ou seja, um ensino dito e entendido no senso comum como “pronto e acabado” em que os estudantes têm o papel de reprodução das soluções propostas pelo professor ou pelo livro didático.

Assim, com a proposta desejou-se estimular a forma de pensar e agir dos estudantes e a ação dos mesmos em oposição a uma aprendizagem passiva. Ou seja, se considerou que os experimentos físicos poderiam potencializar o fazer dos estudantes, os quais estiveram envolvidos e foram protagonistas no processo de construção do conhecimento. Por fim, a pesquisa aconteceu em sala de aula durante 15 encontros presenciais da aula regular de matemática (110 minutos cada), sendo que no texto completo da dissertação foram expostas e analisadas 11 aulas. Na próxima seção faz-se um recorte de apresentação, análise e reflexão a partir das produções feitas pelos estudantes.

4. ACHADOS DA PESQUISA: ANÁLISES E REFLEXÕES

A sequência de atividades construída e aplicada na escola foi organizada na forma de um produto educacional, resultado do curso de pós-graduação em Ensino de Matemática no ano 2018. O conjunto de atividades, entendidas serem de caráter plural, propunha o envolvimento dos participantes desde as realizadas na forma individual até as realizadas em grupo. No texto da dissertação é possível encontrar

⁴ Para a realização da pesquisa foram coletadas as autorizações da escola e dos estudantes participantes por meio da ciência no “Termo de Consentimento”. Também foi enviada uma solicitação à Secretaria Municipal de Canoas (RS) a qual autorizou a realização da pesquisa na escola.



todas as atividades utilizadas com sugestões e roteiros de aplicação, bem como uma análise das produções dos estudantes ao longo de toda a experimentação didática.

Conforme apresentado na seção de caracterização metodológica do presente texto foi utilizado o registro de gravações em áudio, vídeo, diário de campo do pesquisador e anotações dos estudantes participantes nos materiais impressos fornecidos. O conjunto de diferentes materiais obtidos passou por momentos de análises à luz do referencial teórico estudado para a dissertação de mestrado, e assim foi possível observar e destacar elementos os quais pudessem evidenciar momentos de reflexão e construção de conceitos matemáticos por parte dos estudantes. As reflexões a seguir apresentadas por meio de experimentos realizados no Ateliê de Matemática evidenciam o potencial em desenvolver um trabalho que envolva e oportunize aos estudantes manifestar suas formas de pensamento. A relação entre os pares e a construção de conhecimentos matemáticos converge para a ideia de que uma sala de aula que tenha momentos de experimentações e debates sobre diferentes situações encaminham-se para a produção de uma leitura de mundo por parte dos estudantes. Para o presente artigo se escolheu apresentar e analisar dois experimentos práticos ocorridos durante a proposta, evidenciando-se a partir da ação e diálogo dos participantes a construção de ideias e conceitos matemáticos, relacionados com a temática e fundamentação teórica já mencionada.

O primeiro experimento consistiu em observar/analisar a variação da altura da coluna d'água em função do tempo. Nesse experimento os estudantes deveriam observar o crescimento de uma coluna d'água e realizar anotações referentes aos tempos em que a coluna atingia determinadas marcas do tubo acrílico. Primeiramente foi sugerido aos estudantes que gravassem por meio de vídeo o experimento, para que em seguida, pudessem retirar dos vídeos os tempos em que a coluna d'água atingisse tais marcas (10 em 10 centímetros). Porém, a preferência foi por cronometrar e marcar os tempos relativos às marcas do tubo.

Essa atividade foi realizada cinco vezes com diferentes velocidades de vazão de água. Considerando que, uma vez aberta a torneira com uma velocidade constante de vazão da água, esperava-se a construção de um gráfico de uma função caracterizada por uma reta. Porém, não foram fornecidas “pistas” aos estudantes sobre características da construção do gráfico que possivelmente surgiria por intermédio desse experimento, até porque o experimento em questão estava sujeito às observações realizadas pelos estudantes, ou seja, o ponto de vista de cada um.

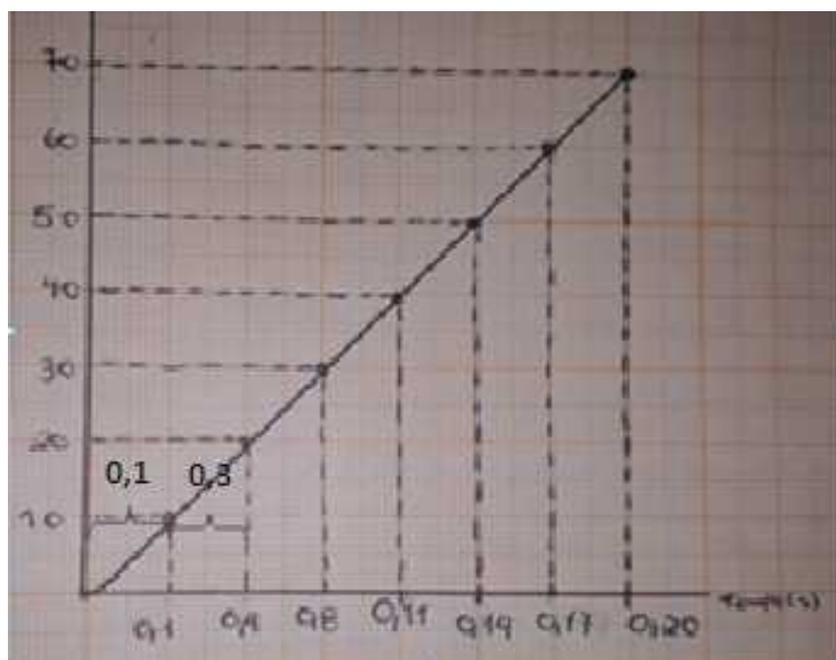
Nossa expectativa era de que os estudantes praticassem a plotagem de pares ordenados no plano cartesiano e também percebessem características peculiares do experimento, daí também o motivo de se realizar o experimento com velocidades de vazões diferentes. Um dos aspectos peculiares de cada gráfico que esperávamos ser percebida pelos estudantes era a relação existente entre a inclinação do gráfico e a velocidade de crescimento de determinado fenômeno, neste caso, a coluna d'água. A seguir, são apresentados os gráficos e diálogos que surgiram a partir do experimento.

Um dos primeiros tópicos no qual os estudantes foram indagados foi sobre o porquê de utilizarmos apenas o primeiro quadrante do plano cartesiano para representar os gráficos dos experimentos. Ao que responderam da seguinte maneira: “Porque não existem tempo nem comprimento negativos”.



Além disso, vale citar que uma das dificuldades que os estudantes encontraram no reconhecimento de características peculiares de cada experimento e conseqüentemente de cada gráfico foi o de manter uma coerência nos espaços entre cada ponto no plano cartesiano. Ou seja, uma vez adotada uma distância na malha quadriculada para determinado valor de comprimento ou de tempo, tal distância deveria servir de parâmetro para os demais pontos do plano cartesiano. Na figura a seguir pode ser visto que isso não ocorre, pois a distância que representa um intervalo de tempo de 0,1 segundos é a mesma que está representando 0,3 segundos. Nesse sentido, chamou-se a atenção dos estudantes para este aspecto na construção dos gráficos.

Figura 3 - Gráfico construído por G. K.



Fonte: acervo do pesquisador.

Nosso entendimento converge para a ideia de que a prática de construção de gráficos por meio dos experimentos contribuiu na aprendizagem dos estudantes, uma vez que proporcionou a eles que a partir de equívocos cometidos, a reflexão e debate fundamentassem as discussões sobre o assunto, resultando assim em esclarecimentos e aprendizagem. Ou seja, entende-se que os erros cometidos pelos estudantes sejam parte do processo de aprendizagem. Tais momentos corriqueiramente não ocorrem com frequência em aulas na qual o professor “mostra como se faz” corretamente e o papel dos estudantes limita-se a repetir o que foi exposto, expondo uma espécie de mecanização no ensino.

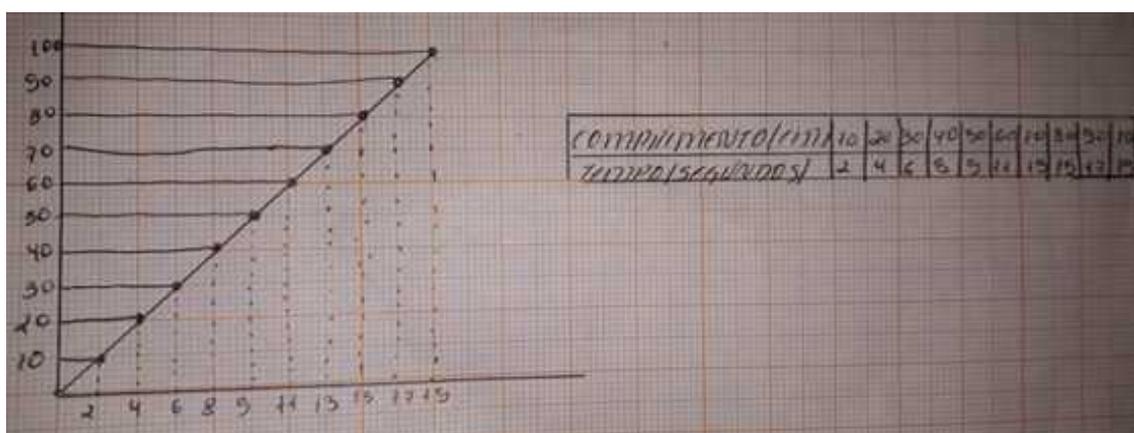
Com isso, mostra-se contrária à nossa proposta aulas em que não exista espaço para a observação, descoberta e criação de relações entre valores, tentativa de resolução e diálogo por parte dos estudantes e criatividade. Nossa percepção a partir da realização dos experimentos é que o erro dos estudantes se apresenta como parte importante do processo de aprendizado. Logo, de acordo com o exposto na fundamentação teórica do presente artigo entende-se ser necessário um ensino de matemática que envolva a investigação, nas quais os estudantes tenham que por em



prática a sua criatividade, manifestando sua forma de pensar. Nesse caso, convergimos para o pensamento de Mandarino (2004, p.7), que pondera: “[...] resolver problemas não é apenas aplicar uma fórmula tal para encontrar um resultado. Não é simplesmente memorizar e resolver um algoritmo, sem que se saiba muito bem por que e para que [...]”. As atividades feitas ao longo das aulas do ateliê de matemática convidavam os estudantes para o debate, com a troca de ideias e manifestação de diferentes formas de pensamento, com a observação e mediação do professor.

Na próxima figura mostra-se o gráfico produzido pelos estudantes B. D. e N. L. seguido dos diálogos e debates coletivos a respeito da investigação.

Figura 4 - Gráfico construído pelos estudantes B. D. e N. L.



Fonte: acervo do pesquisador.

Tabela 1 - Diálogo coletivo sobre o experimento.

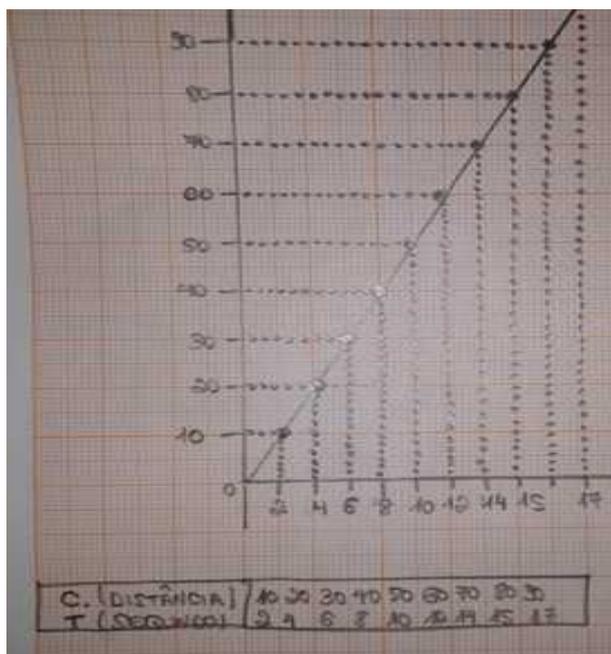
-
- **Professor:** como sabemos, realizamos o experimento com o tubo d'água em que tínhamos marcas de 10 em 10 centímetros no tubo, além disso, tínhamos que anotar o tempo em que a coluna atingia essas marcas, ou seja, anotar os pares ordenados.
 - **Professor:** Nesse experimento vimos que o gráfico dessa função é contínuo, já que o comprimento da coluna d'água não pula de 10 em 10 centímetros, nem tampouco o tempo pula de 2 em 2 segundos ou de 3 em 3 segundos.
 - **Professor:** Mas o que quero chamar a atenção é para o fato de que se eu adotar uma distância no plano cartesiano como no gráfico acima, foi adotado para 2 um “espacinho” do plano cartesiano, para a metade desse espacinho vai ser?
 - **Aluna A. M.:** um.
 - **Professor:** e pra metade da metade?
 - **Aluna N. O.:** 0,5.
 - **Professor:** e pra metade da metade da metade?
 - **Aluna N. O.:** 0,25.
 - **Professor:** e pra metade da metade da metade da metade? 0,125.
-

Fonte: Elaborada pelo autor.

Após os debates descritos acima com mais análises produzidas por outros grupos, os estudantes chegaram à conclusão de que o gráfico construído pelos colegas, mostrado na figura 5, se apresentou como o mais coerente em se tratando de valores estabelecidos para tempo e comprimento da coluna d'água nos eixos coordenados.



Figura 5 – Gráfico construído pelas estudantes N. A., M. P. e B. M.



Fonte: acervo do pesquisador.

Ainda referente ao experimento da altura da coluna de água salientamos aos estudantes que havendo coerência entre os valores adotados para tempo e comprimento nos eixos coordenados, poder-se-ia arredondar valores de tempo pelo fato de se tratar de observações em que há registros de décimos e centésimos de segundos.

A partir das ideias teóricas de Piaget (1973) e Vygotsky (1994) apresentadas no artigo entende-se que o conhecimento construído a partir da atividade individual/coletiva dos estudantes, em que são utilizados instrumentos os quais são construídos pelos próprios a partir de situações oferecidas ou por algum experimentador, ou pelo seu próprio ambiente natural, evidenciam além de um trabalho intelectual por parte do indivíduo, sua relação com a construção e manutenção de diferentes formas de pensamento.

Um segundo experimento realizado tratou da investigação resultante do deslocamento de uma pessoa em relação ao tempo. Nessa atividade um dos estudantes foi convidado a percorrer um determinado percurso retilíneo no qual o mesmo deveria realizar a primeira parte caminhando, em seguida foi orientado a permanecer parado durante alguns segundos. Depois, a percorrer mais um percurso caminhando mais rapidamente, e por fim, a realizar o final do percurso correndo o mais rápido possível.

Diante dessa proposta nossa expectativa era de que os estudantes percebessem, por meio dos tempos e distâncias observadas no experimento, aspectos para construção e interpretação de um gráfico que pudesse representar essa realidade. Também, desejava-se saber qual a interpretação que eles fariam da existência do aclave ou declividade do gráfico na representação da situação. Na figura 6 mostramos um trecho da realização do experimento.



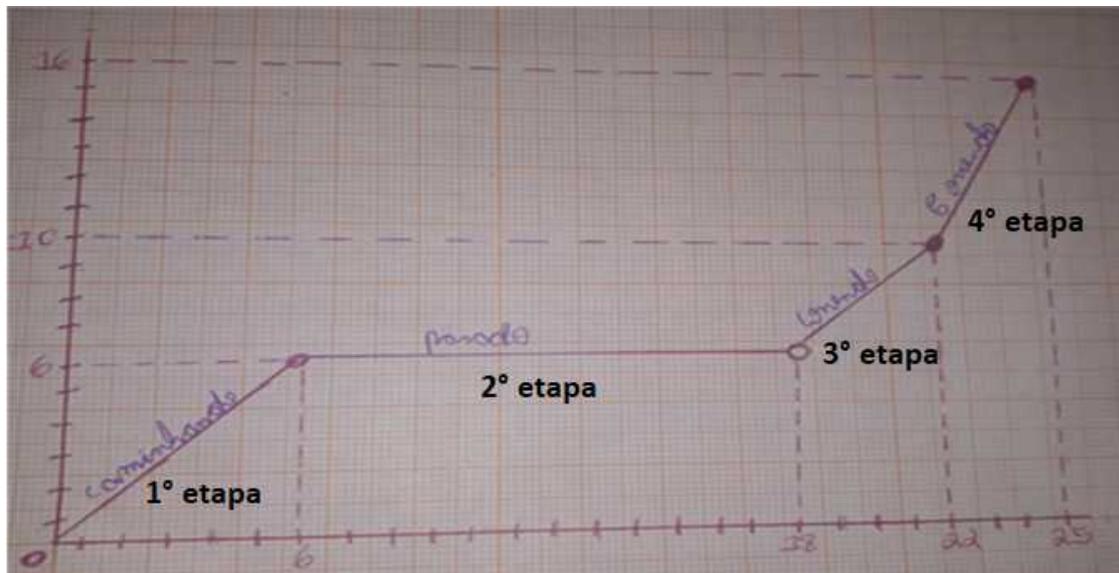
Figura 6 - Descrição do percurso realizado no pátio da escola.



Fonte: acervo do pesquisador.

Acima estão representados os estudantes cronometrando o percurso da colega que percorre uma distância de 25 metros, sendo esse percurso demarcado por folhas de ofício dispostas no chão e que distam 2 metros uma folha da outra, por fim, um trecho de 1 metro. Na figura 7 está exposto um dos gráficos construídos pelos estudantes, a partir da observação do experimento que consistiu em: caminhar (1º etapa), parado (2º etapa), caminhar mais rápido do que na primeira etapa (3º etapa) e correr o mais rápido possível (4º etapa).

Figura 7 - Gráfico construído pela estudante N. O.



Fonte: acervo do pesquisador.

Embora os estudantes tenham necessitado de auxílio para esboçar essa parte do gráfico, não vemos isso de forma negativa, pois de acordo com Vygotsky, tal necessidade representa o estágio atual que os mesmos se encontravam. Tal estágio é visto pelo Vygotsky (1994, p.113) positivamente, haja vista que de acordo com ele “[...] aquilo que uma criança pode fazer com assistência hoje, ela será capaz de fazer sozinha amanhã [...]”.



Vale lembrar que nas atividades experimentais os estudantes também deveriam descrever matematicamente um movimento, ou seja, uma realidade observada. Isso se opõe ao modelo de aula em que os estudantes não precisam explicar o porquê dos resultados, pois basta aplicar um determinado algoritmo sem saber “por que e para que”. Nas atividades propostas, para que suas posições e argumentos fossem aceitos foi necessário que os estudantes atribuíssem coerência ao pensamento, e foi com esse intuito que incitamos momentos de diálogos sobre as atividades desenvolvidas. Haja vista que, abrindo esse espaço para a turma dialogar sobre possíveis soluções, entendeu-se que o desenvolvimento de capacidades tais como observação, reflexão, criação, discriminação de valores, julgamento, comunicação, convívio, cooperação, decisão e ação pudessem ser potencializados.

A partir disso, é importante mencionar que por meio do diálogo dos estudantes na construção das soluções foi possível perceber os mesmos reconstruindo a situação dada à sua maneira, expondo o seu raciocínio e o caminho trilhado em construção de uma solução. Ou seja, percebeu-se uma construção de uma solução por parte deles que não foi nem o professor, nem o livro didático quem forneceu. Nesse momento se refletiu na pesquisa se essa seria uma possibilidade para o desenvolvimento das aulas de matemática: a experimentação e a matemática em ação a serviço do pensamento.

Em uma época na qual a *internet* democratiza o espaço para a opinião de todos em relação aos mais diversos temas da sociedade moderna torna-se indispensável que os estudantes da escola desenvolvam um pensamento crítico e assim não aceitem passivamente tudo que lhes seja oferecido como verdade. Por fim, a mobilização de ação e operação que a investigação proporcionou ao longo da sequência de atividades oportunizou aos estudantes participantes desafiar a curiosidade e a criatividade na tentativa de assimilar os objetos em estudo. Observou-se que a mobilização de habilidades, a saber, reflexão, ação, cooperação, convívio e comunicação entre os estudantes ocorreram quando de fato os participantes foram desafiados diante do problema exposto e tiveram que agir em conjunto na construção e interpretação das soluções.

O agir em conjunto além de se manifestar a partir do exercício de coletividade fez com que nós pesquisadores observássemos ao longo do ateliê de matemática a ocorrência da Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) tal como preconizada por Vygotsky. Por fim, a observação e leitura a partir das ações e construções dos estudantes ao longo da pesquisa realizada no curso de mestrado fez com que refletíssemos sobre a nossa escolha teórica para fundamentar o estudo. Concluímos que a escolha de referenciais teóricos ancorados em Piaget e Vygotsky oportunizou de modo profícuo refletir que além de produzir, os estudantes estavam a todo o momento contribuindo entre os pares na construção de conceitos e conseqüentemente, na aprendizagem matemática.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Partindo-se da leitura da questão norteadora da pesquisa apresentada na introdução desse artigo e fundamentados nos aportes teóricos estudados, entendeu-se ser possível lançar luz às contribuições dos estudantes durante a prática de ensino ocorrida. Para tal citamos o envolvimento dos estudantes durante a prática, ou seja,



existiu uma resposta pró-ativa e uma parcela comensurável de responsabilidade por parte dos mesmos mediante o convite à investigação que a prática propôs.

As atividades por nós planejadas tinham o propósito de serem desenvolvidas por meio da observação e construção de conceitos matemáticos, partindo de experimentos ou atividades que proporcionassem a argumentação dos participantes. Em outras palavras, pretendeu-se realizar um ensino que não fosse orientado pelo trinômio “definição/exemplo/exercício”, ou seja, um ensino dito e entendido no senso comum como “pronto e acabado” no qual os estudantes têm o papel de reprodução das soluções propostas pelo professor ou pelo livro didático.

Destacamos a título de reflexão geral sobre a pesquisa que o trabalho em grupo por meio de diálogo e debates em grupo, desde os primeiros momentos se mostrou um fator importante na realização das tarefas pelos estudantes. Tal fato nos remonta às ideias de Vygotsky (1994, p.111), uma vez que para ele, quando o estudante consegue realizar determinada tarefa com a ajuda de pistas ou de outros colegas, futuramente terá chance de realizar sozinho. A diferença entre a capacidade da realização de uma tarefa inicialmente sozinho ou em companhia de colegas mais experientes, ou quando são dadas pistas, demonstra potencialidades ainda não atingidas pelo estudante, caracterizando assim a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP).

Os referidos debates coletivos no grande grupo contribuíram no processo de construção dos conceitos, uma vez que os argumentos dos estudantes eram confrontados com os questionamentos dos demais participantes da aula. Assim, evidenciou-se com a pesquisa que as atividades propostas possibilitaram a construção de soluções por meio de argumentação e cooperação entre os estudantes, tornando-se importante para o desenvolvimento do pensamento dos participantes envolvidos. Além disso, pode-se afirmar que desde o início das atividades, aos participantes foi exigido que ao mesmo tempo em que comunicavam o seu ponto de vista com o objetivo de argumentar com os seus colegas, tinham também que assimilar o ponto de vista do outro.

Nesse jogo de argumentações entre os participantes, só tiveram as suas posições validadas pelos demais aqueles que conseguiam justificar as suas ações. Mencionamos que se pretendeu desenvolver junto com os estudantes por meio da ação cooperativa o desenvolvimento do “espírito” científico, tendo como instrumentos, as técnicas de observação, experimentação, verificação e argumentação. Também se procurou proporcionar a redescoberta de aspectos dos objetos de estudo, bem como oportunizar a criatividade na exploração de problemas, ao invés de manipular um conhecimento “acabado e polido”. (D’AMBROSIO, 1989, p.16).

Ademais, chamamos a atenção para o enriquecimento das aulas de matemática que ocorreram durante a pesquisa, a qual oportunizou aos estudantes se expressarem sobre “o que o levou a determinados resultados em problemas dados?”. Por intermédio desse espaço, aqui chamado “Ateliê de Matemática”, as possibilidades de conhecer e entender as dificuldades que surgem ao longo do processo de ensino coexistirá na ação do professor em sala de aula. Ou ainda, com práticas que valorizam a interação dos sujeitos em sala de aula, o professor será capaz e terá elementos para



se questionar sobre sua própria ação em sala de aula, tais como: Os estudantes reagem diante das dificuldades? Os estudantes são capazes de “inventar” novas soluções para os desafios que se impõe? Como são as reações diante dos questionamentos do professor ou de colegas de turma ao serem interrogados em relação a sua solução? Todos esses aspectos, por vezes, não são considerados e valorizados em uma aula de caráter predominantemente expositivo. Aqui centramos no que entendemos ser a contribuição principal dessa pesquisa: uma metodologia de ensino matemático que visa interação e lança luz à ação cooperativa dos estudantes, potencializando a construção e reconstrução de conceitos matemáticos, feita por todos os partícipes do processo (estudantes e professor).

Por fim, salienta-se que este trabalho de pesquisa apresenta-se como uma alternativa e sugestão de prática de ensino, a qual procura valorizar a participação e o modo de pensar dos estudantes em oposição a um ensino que talvez não oportunize momentos de reflexão e construção dos conceitos matemáticos. Entende-se dessa forma que o ensino da matemática não deva ser orientando no modelo que considera o professor *transmissor* e o estudante, *passivo* e *receptor*. E sim, propõe-se a título de convite que a comunidade de professores de matemática realize aulas nas quais ambos, professor e estudantes, desempenham papel ativo na construção de saberes, envolvendo-se mutuamente no processo de ensinar e aprender.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, A. C. **Trabalhando matemática financeira em uma sala de aula do ensino médio da escola pública**. 2004. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2004. Disponível em: <<http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/253584>>. Acesso em: março de 2019.
- BORBA, M. C.; ARAÚJO, J. L. **Pesquisa qualitativa em educação matemática**. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2004.
- D’AMBROSIO, B. S. Como ensinar matemática hoje? **Temas & Debates**, Sociedade Brasileira de Educação Matemática, a.II, n.2, 1989.
- D’AMBRÓSIO, U. Prefácio. In: BORBA, M. C.; ARAÚJO, J. L. (Org.). **Pesquisa Qualitativa em Educação Matemática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2004.
- FINO, C. M. N. Vygotsky e a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP): três implicações pedagógicas. **Revista Portuguesa de educação**, v.14, p.273-291, 2001.
- FIorentini, D.; Lorenzato, S. **Investigação em educação matemática percursos teóricos e metodológicos**. Autores Associados, 2006.
- MANDARINO, M. C. F. Os professores e a arte de formular problemas contextualizados. **II Bienal da Sociedade Brasileira de Matemática**. Universidade Federal da Bahia. 2004. Disponível em: <<http://www.bienasbm.ufba.br/OF12.pdf>>. Acesso em: março de 2019.
- PIAGET, J. **Estudos sociológicos**. São Paulo: Companhia Editora Forense, 1973.



VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. Tradução de José Cipolla Neto, Luís Silveira Menna Afeche e Solange Castro Afeche. São Paulo: Martins Fontes, 1994.

VYGOTSKY, L.; LURIA, A. R.; LEONTIEV, A. N. **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**. Tradução de Maria da Penha Villalobos. São Paulo, 1988.

Submetido em: **02/07/2019**

Aceito em: **18/03/2020**