

A pesquisa em sala de aula como princípio pedagógico para o Ensino de Matemática na educação básica

Luciano Sant'Ana Agne¹

Resumo: Este trabalho relata e tece reflexões sobre uma atividade de ensino de matemática que desenvolveu pesquisa em sala de aula realizada por alunos. Esta atividade faz parte de uma investigação mais ampla, em andamento, realizada em uma escola técnica federal do estado do Rio Grande do Sul. A referida pesquisa busca investigar métodos alternativos de ensino de matemática na educação básica e este trabalho relatado se constitui em um experimento dessa pesquisa. O método utilizado foi a pesquisa ação em uma abordagem qualitativa. Os alunos desenvolveram pesquisas em sala de aula sobre temas livres, envolvendo matemática, e apresentaram os resultados do seu trabalho para toda a escola em um minievento. O trabalho conclui que a pesquisa em sala de aula se constitui em um caminho possível para o desenvolvimento da aprendizagem de assuntos matemáticos na educação básica.

Palavras-chave: Ensino de Matemática. Pesquisa-ação. Pesquisa em Sala de Aula. Princípios Pedagógicos.

Research in the Classroom as a Pedagogical Principle for Teaching Mathematics in Basic Education

Abstract: This paper reports and reflects upon a math teaching activity that involved student-led classroom research. This activity is part of a broader ongoing investigation being conducted at a federal technical school in the state of Rio Grande do Sul. This ongoing research seeks to investigate alternative methods of teaching mathematics in basic education and this reported work constitutes an experimental component of that investigation. The method used was action research with a qualitative approach. Students conducted classroom research on freely chosen topics involving mathematics and presented their findings to the whole school at a small event. The paper concludes that research in the classroom is a viable path for fostering the learning of mathematical content in basic education.

Keywords: Action research. Classroom Research. Pedagogical principles. Teaching Mathematics.

La investigación en el aula como principio pedagógico para la enseñanza de las Matemáticas en la educación básica

Resumen: Este artículo presenta y reflexiona sobre una actividad de enseñanza de matemáticas que desarrolló una investigación en el aula liderada por los estudiantes. Esta actividad forma parte de una investigación más amplia y aún en curso llevada a cabo en una escuela técnica federal del estado de Rio Grande do Sul. La citada exploración busca estudiar métodos alternativos de enseñanza de matemáticas en la educación básica y este trabajo es un experimento de esa investigación. El método utilizado fue la investigación-acción con enfoque cualitativo. Los alumnos realizaron una investigación en el aula sobre temas libres relacionados con las matemáticas y presentaron los resultados de su trabajo a toda la escuela en un pequeño evento. El trabajo concluye que la investigación en el aula es una vía posible de desarrollar el aprendizaje de las matemáticas en la educación básica.

Palabras clave: Enseñanza de las Matemáticas. Investigación en el Aula. Investigación Acción. Principios Pedagógicos.

1 Introdução

A principal função da escola é proporcionar aos seus alunos conhecer o conhecimento.

¹ Doutor em Educação em Ciências e Matemática. Instituto Federal do Rio Grande do Sul (IFRS), Viamão, RS, Brasil. E-mail: proflucianoagne@gmail.com.br - Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-4308-4721>

Isto deve ser compreendido, concomitantemente, como um direito inalienável do aluno e um dever da escola. Mas, que conhecimento está em questão? Estamos falando de todo o conhecimento humano. Mais especificamente, isto implica que o estudante tem o direito de desenvolver seus conhecimentos em três aspectos principais, quais sejam: (i) autoconhecimento; (ii) conhecimento do coletivo; e (iii) conhecimento dos saberes historicamente construídos pela humanidade.

No primeiro aspecto, o do autoconhecimento, a escola deve proporcionar aos seus alunos o conhecimento de suas emoções, sentimentos e de suas potencialidades para que ele saiba lidar com o mundo que o cerca, ou seja, a escola deve incentivar a valorização própria do aluno enquanto sujeito capaz de aprender e de construir conhecimento.

No segundo aspecto, conhecimento do coletivo, a escola promove um convívio social intenso. Na escola, o aluno aprende a conviver em sociedade e desenvolve valores que permitam o seu próprio desenvolvimento e o desenvolvimento da sociedade em todos os seus aspectos.

Já o terceiro aspecto, conhecimento dos saberes historicamente construídos pela humanidade, destaca que é principalmente na escola que o aluno tem acesso ao conhecimento humano historicamente construído. É justamente por esse potencial da escola que o aluno conhece os desenvolvimentos científicos e sociais que funcionam como base da vida em sociedade.

Se a principal função da escola está na construção de conhecimentos pelo aluno, então não é mais cabível que, em pleno século XXI, ainda estejamos simplesmente transmitindo informações prontas aos alunos. Eles não aceitam mais isso. Existem coisas mais interessantes para fazer em tempos de tecnologias do que simplesmente copiar/decorar/transcrever conceitos e responder questões em provas. Portanto, o ensino de matemática — e de resto todas as outras componentes do currículo escolar — implica em repensar as suas clássicas práticas que envolvam memorização de conceitos e respostas prontas.

Este trabalho busca alternativas para o ensino da disciplina que contribuam para que a escola cumpra plenamente a sua função. Ademais, a experiência relatada neste texto é parte integrante de uma pesquisa mais ampla em andamento, que busca investigar métodos inovadores e alternativos para o ensino e aprendizagem de matemática.

O trabalho aqui relatado se constitui em uma experiência da investigação maior, mas que também é uma pesquisa, de modo que, neste texto, será tratada como uma investigação com implicações para a sala de aula. Então, para este relato de experiência, busca-se tecer

reflexões e responder à seguinte pergunta norteadora: Como a pesquisa realizada por alunos em sala de aula pode representar um princípio pedagógico inovador para o ensino e a aprendizagem da matemática na educação básica?

Para o desenvolvimento do trabalho, alunos de terceiro ano do ensino médio de uma escola técnica federal do Rio Grande do Sul realizaram pesquisas sobre temas livres envolvendo matemática. A metodologia utilizada pelo professor pesquisador para o acompanhamento e análise do trabalho dos alunos foi a pesquisa-ação em uma abordagem qualitativa.

O texto está organizado em cinco seções, sendo a introdução, a primeira. A segunda, por sua vez, apresenta a sustentação teórica do trabalho e aborda a pesquisa em sala de aula como princípio pedagógico. A terceira seção trata das metodologias e está dividida em três subseções. A primeira delas aborda o método utilizado pelo professor ao investigar os alunos realizando pesquisa em sala de aula. A segunda explora o método de trabalho dos alunos pesquisadores e, por fim, a terceira apresenta uma descrição resumida das pesquisas realizadas pelos alunos.

Já na quarta seção estão pormenorizados os resultados e a análise de todo o processo. Finalmente, na quinta e última seção, apresentamos as considerações finais.

A próxima seção defende, teoricamente, a pesquisa em sala de aula como um princípio pedagógico possível para o ensino e aprendizagem de matemática na educação básica.

2 A pesquisa em Sala de Aula como Princípio Pedagógico

Paulo Freire defende² que ensino e pesquisa não existem um sem o outro. “Não há ensino sem pesquisa e pesquisa sem ensino” (FREIRE, 2002, p. 14). Ele se referia ao educador e sua prática de ensinar. Pergunto: e o aluno? Ele aprende enquanto realiza pesquisa em sala de aula? A resposta me parece clara, pois me apoio em Demo (2011, p. 7), que afirma que “o educar pela pesquisa é a especificidade mais própria da educação escolar e acadêmica”.

O ato de pesquisar em sala de aula é diferente da simples busca e acúmulo de informações. Informações carregam verdades estabelecidas e pesquisar significa questionar estas verdades, construir novos significados, novos argumentos, novas compreensões sobre a realidade, isto é, pesquisar significa ressignificar as verdades estabelecidas e situá-las no contexto e na realidade escolar. Deste processo, emergem novos conhecimentos impregnados

² Apesar de Paulo Freire ter nos deixado (órfãos) em 2 de maio de 1997, a sua obra é eterna e os princípios nela contidos continuam nos defendendo das garras perversas da educação neoliberal. Portanto, afirmo, com o coração cheio de certeza, que “Paulo Freire defende...” e nos liberta. Paulo Freire vive!

da realidade e da bagagem cognitiva dos pesquisadores, neste caso os alunos.

Educar pela Pesquisa consiste numa abordagem formativa escolar, na qual os alunos e professores envolvem-se ativamente, questionando a realidade e o seu próprio conhecimento, propondo ações para obter respostas às suas perguntas de modo a reconstruir os seus argumentos, e comunicando as novas percepções e entendimentos com vistas à sua divulgação e à submissão à crítica na comunidade da sala de aula. Essa última etapa tem a função de contribuir para a aceitação ou refutação dessas percepções e entendimentos e para a sua validação como conhecimento pessoal. Nesse sentido, a pesquisa na sala de aula distancia-se da mera realização de cópias de informações postas e externas aos sujeitos. Firma-se como uma metodologia que proporciona a reconstrução do conhecimento (RAMOS; LIMA; ROCHA FILHO, 2009, p. 57).

No trabalho pedagógico fundamentado na pesquisa em sala de aula, é importante que o educador crie condições para o desenvolvimento da capacidade de pensamento crítico dos alunos, no sentido de que o aluno abandone, gradativamente, o senso comum em direção ao que Freire (2002, p. 14) chama de “curiosidade epistemológica”. O educador, mesmo respeitando o conhecimento popular, tem a função de tornar o pensamento do aluno mais rigoroso, complexo e crítico, sem perder a sua capacidade criadora.

Moraes, Galiuzzi e Ramos (2012) sustentam que o processo pedagógico fundamentado na pesquisa em sala de aula possui três momentos: o questionamento, a construção de argumentos e a comunicação. Porém, ousa afirmar que, antes do início desse processo, é fundamental provocar a curiosidade nos alunos usando artifícios que motivem a elaboração das primeiras perguntas. A curiosidade é inata e gera a necessidade de experimentação e vivências em busca de respostas. Estimular o questionamento e a reflexão crítica se constitui no primeiro passo para o desenvolvimento do processo pedagógico de pesquisa.

O exercício da curiosidade a faz mais criticamente curiosa, mais metodicamente “perseguidora” do seu objeto. Quanto mais a curiosidade espontânea se intensifica, mas, sobretudo, se “rigoriza”, tanto mais epistemológica ela vai se tornando (FREIRE, 2002, p. 34).

A curiosidade conduz o aluno naturalmente a elaborar perguntas que, por sua vez, desencadeiam um processo de busca por respostas: é o início da pesquisa.

No processo de pesquisa em sala de aula, conforme argumentam Moraes, Galiuzzi e Ramos (2012), o questionamento elaborado pelos alunos coloca em movimento um processo dialógico, pois o trabalho é sempre realizado em grupos e as perguntas emergem em um processo de diálogo entre os seus integrantes. No processo dialógico, é possível comparar diferentes entendimentos sobre determinada questão e aperfeiçoar a pergunta.

Após a compreensão dos questionamentos iniciais e da coleta e análise crítica dos dados, também em um processo dialógico, os alunos constroem as argumentações que sustentam os resultados obtidos. Neste momento, o processo de aprendizagem está muito intenso e em movimento. Na construção dos argumentos, todos os integrantes do grupo de trabalho apresentam e defendem seus entendimentos em busca de uma argumentação que represente a síntese da aprendizagem coletiva. Seu desdobramento é muito dinâmico, com muita reflexão crítica e aprendizagem.

A pesquisa em sala de aula precisa do envolvimento ativo e reflexivo permanente de seus participantes. A partir do questionamento é fundamental pôr em movimento todo um conjunto de ações, de construção de argumentos que possibilitem superar o estado atual e atingir novos patamares do ser, do fazer e do conhecer (MORAES; GALIAZZI; RAMOS, 2012, p. 15).

A construção de argumentos pelos grupos de trabalho não é suficiente: é preciso colocá-los à prova, é preciso comunicá-los. Desse modo, as ideias defendidas pelos grupos necessitam ser testadas, criticadas, debatidas pela coletividade. O escopo de tudo isto é que os argumentos sejam consolidados como aprendizagem efetiva ou reconstruídos num processo recursivo de pesquisa. Além disso, a comunicação dos resultados de um trabalho também tem o potencial gerador de novos questionamentos, provocando novas oportunidades de pesquisa, num ciclo infinito de aprendizagem.

É importante que a pesquisa em sala de aula atinja um estágio de comunicar resultados, de compartilhar novas compreensões, de manifestar novo estado do ser, do fazer e do conhecer, o que contribui para a sua validação na comunidade em que esse processo está se dando (MORAES; GALIAZZI; RAMOS, 2012, p. 16).

A pesquisa escolar não busca desenvolver novos conhecimentos, como fazem os cientistas, mas objetiva que os alunos se apropriem, ressignifiquem e contextualizem o conhecimento humano historicamente construído, pois é um patrimônio de toda a humanidade. Dessa maneira, a pesquisa em sala de aula, quando realizada pelos alunos, se constitui em um princípio pedagógico muito pertinente para a aprendizagem e a formação de um sujeito crítico, consciente e com capacidade de modificar a sua realidade.

Quando a sala de aula se torna um ambiente de investigação, além de construir conhecimentos de maneira independente participando intensamente do processo, os atores exercitam e fortalecem valores, tendo em vista que eles são, ainda, incentivados a trabalhar atitudes de respeito e diálogo, num exercício de construção de cidadania (RAMOS; LIMA; ROCHA FILHO, 2009, p. 56).

A próxima seção aborda os métodos utilizados no trabalho. Esses métodos estão divididos em dois caminhos: o método utilizado na pesquisa elaborada por mim e os métodos utilizados pelos alunos no desenvolvimento dos seus trabalhos.

3 Metodologia

O trabalho desenvolvido neste texto é parte integrante de uma pesquisa maior que visa a propor e testar métodos de ensino inovadores e alternativos para a aprendizagem de matemática na educação básica. A experiência, relatada aqui, utilizou os princípios do Educar pela Pesquisa para o ensino de matemática.

Os assuntos matemáticos abordados no trabalho com pesquisa em sala de aula foram de livre escolha dos alunos. A opção pela liberdade de escolha dos alunos ocorreu para que eles demonstrassem a sua curiosidade e interesse por assuntos científicos que envolvessem a matemática. Este fato foi fundamental para a motivação inicial dos alunos.

O trabalho ocorreu em duas turmas de terceiro ano de ensino médio de uma escola técnica federal do estado do Rio Grande do Sul. Ao todo, 50 alunos estiveram envolvidos nos trabalhos, organizados em grupos de cinco integrantes cada. Estes estudantes são alunos deste pesquisador, que trabalha como professor de Matemática nesta escola.

A próxima seção aborda a metodologia desenvolvida na pesquisa do professor e a seção seguinte aborda o trabalho dos alunos.

3.1 Método da pesquisa

O método adotado para o desenvolvimento deste trabalho é a pesquisa-ação, em uma abordagem qualitativa. Adoramos esse método porque o professor-pesquisador faz uma proposta e os alunos discutem com seus colegas as suas estratégias para o trabalho. Enquanto isso, o pesquisador analisa o processo de aprendizagem de cada aluno que, ao superar suas dificuldades entre si, apontam caminhos alternativos para o desenvolvimento da sua aprendizagem.

Esse método de pesquisa tem propósito e intenção. Em outras palavras, pretende construir conhecimento agindo sobre a realidade. Ao assumir essa perspectiva para o trabalho, concordo com Franco (2005, p. 485), quando afirma que o método da pesquisa-ação “por certo tem a convicção de que pesquisa e ação podem e devem caminhar juntas quando se pretende a transformação da prática”. Isso fica muito evidente porque o pesquisador assume o papel de

orientador da pesquisa dos alunos e sugere caminhos a serem seguidos durante o processo. Com isto, valoriza “a construção cognitiva da experiência, sustentada por reflexão crítica coletiva, com vistas à emancipação dos sujeitos e das condições que o coletivo considera opressivas” (*Ibidem*, p. 485).

Ainda é possível especificar um pouco mais a tipologia da pesquisa-ação adotada neste trabalho. Trata-se de uma pesquisa-ação crítica, conforme delineada por Franco (2005), pois, ao perceber os resultados da aprendizagem dos alunos com o método transmissivo e memorizador — portanto opressivo — comumente aplicado nas aulas de Matemática, percebeu-se a importância de propor alternativas que valorizem a criatividade e a construção de experiências motivadoras de ensino, capazes de gerar uma aprendizagem mais duradoura nos alunos.

Um aspecto relevante a ser destacado na pesquisa foram os artifícios motivadores que estimularam a curiosidade dos alunos. Foram utilizados, basicamente, vídeos sobre a história da matemática, sobre a matemática presente nas tecnologias atuais e sobre jogos envolvendo matemática. Também foram apresentadas aos alunos, experiências curiosas e criativas desenvolvidas em laboratórios de ensino de matemática de instituições brasileiras, como por exemplo, as atividades do Laboratório de Ensino de Matemática³ (LEMA), da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

A coleta e análise de dados ocorreram simultaneamente, num processo cíclico e recursivo. Para tanto, o diário de pesquisa foi adotado como meio de coletar os dados e analisá-los diariamente de maneira rigorosa e metódica. Essa prática diária teve como objetivo compreender o processo e ressignificar as vivências para, se necessário, modificar o curso dos acontecimentos. Nessa toada, em consonância com as postulações de Franco (2005, p. 498), “essa reflexão permanente sobre a ação é a essência do caráter pedagógico desse trabalho de investigação”.

A próxima subseção aborda o método de trabalho dos alunos pesquisadores.

3.2 Método de trabalho dos alunos pesquisadores

Após a fase motivacional, o trabalho desenvolvido pelos alunos apresentou cinco momentos distintos que foram desenvolvidos durante um trimestre escolar, quais sejam: os questionamentos; a coleta de informações; a interpretação e análise crítica das informações

³https://lema.ufsc.br/?post_type=post

coletadas (construção da argumentação); a construção de relatório e dos painéis; e a apresentação dos resultados obtidos em minievento na escola (comunicação).

Os questionamentos emergiram muito naturalmente após os alunos conhecerem aspectos da matemática que não são trabalhados em sala de aula normalmente. Em particular, aspectos como história das ideias matemáticas, aplicação de conceitos na vida cotidiana e experiências realizadas em laboratórios provocaram nos alunos a sua curiosidade que se refletiu em perguntas. Dessa forma, a partir dessas perguntas, se iniciou o processo de pesquisa.

Depois de muita discussão nos grupos, foram definidas as principais perguntas norteadoras das pesquisas, como segue:

- Como funcionam os números romanos? E por que a gente não faz contas com eles?
- Existe matemática nas senhas bancárias? E nos computadores?
- Como funcionam as coordenadas geográficas? Alguma relação com a matemática?
- Como funciona o GPS?
- Quem foi Pitágoras? Ele fez alguma coisa a mais do que aquele teorema?
- Professor, podemos criar um jogo com a matemática?
- Como funciona e quem inventou o jogo Sudoku?
- Antigamente, existiam mulheres na matemática?
- De onde veio a fórmula de Bháskara?

A fase seguinte consistiu em coletar informações. A interpretação e análise crítica das informações coletadas contribuíram para o desenvolvimento do trabalho. Nesta fase, os alunos buscaram informações, especialmente, na *internet* e na biblioteca da escola. De posse das informações coletadas, foi preciso organizá-las. Neste processo de análise e organização das informações, as argumentações foram construídas com muito diálogo. Teses e antíteses foram defendidas nos grupos de trabalho num processo dialógico muito intenso até que, muito naturalmente, emergiram as sínteses, ou seja, a argumentação que seria defendida pelo grupo posteriormente. Esse processo de construção das argumentações foi todo registrado em textos que, posteriormente, serviram para a elaboração do relatório de pesquisa dos alunos.

Com as argumentações construídas, sugeri aos grupos que a apresentação dos trabalhos não deveria ser realizada dentro da sala de aula, somente para seus colegas de turma, mas para toda a escola, num evento maior. Com efeito, os alunos pesquisadores aceitaram a ideia e partiram para a construção de cartazes para a apresentação no minievento.

Vale ressaltar que essa mostra foi realizada nos corredores da escola e em uma sala de aula, no horário das aulas do professor de Matemática. Nos corredores da escola, ficaram os

cartazes e, na sala de aula, as apresentações que utilizaram projetores. As outras turmas da escola foram convidadas a visitar a ação. Os grupos de pesquisa se posicionaram junto aos seus trabalhos e apresentaram os resultados para os colegas das outras turmas.

A próxima subseção descreve brevemente os trabalhos desenvolvidos pelos alunos pesquisadores.

3.3 Descrevendo as pesquisas

Este texto não pretende analisar profundamente os trabalhos realizados pelos alunos, mas apresentar um resumo de cada pesquisa para ilustrar as possibilidades pedagógicas da investigação realizada por alunos em sala de aula.

Os alunos desenvolveram 10 trabalhos de pesquisa, que foram nomeados por eles, como segue: Batalha naval na matemática; Plano cartesiano e as coordenadas geográficas; Criptografia; História dos números romanos; Katherine Johnson; Matemática na música; Sudoku, história e desenvolvimento do jogo; Teatro sobre Bháskara; Teoria do GPS; e Sistema global de posicionamento.

3.3.1 Batalha naval na matemática

Os alunos desenvolveram um jogo de tabuleiro semelhante ao conhecido Batalha Naval. Contudo, no jogo dos alunos, o tabuleiro era constituído de um plano cartesiano em que o eixo das abcissas era composto por letras e o eixo das ordenadas, por números. Assim, para adquirir o direito de jogar e indicar uma coordenada para atingir os navios do oponente, o jogador deveria resolver equações, realizar cálculo de áreas de figuras planas e, em um nível mais avançado do jogo, solucionar questões matemáticas retiradas do ENEM. Se acertasse o resultado, o jogador ganhava o direito de realizar uma jogada. Caso contrário, se não equacionasse corretamente o cálculo proposto, passava a vez para o adversário.

3.3.2 Plano Cartesiano e coordenadas geográficas

O trabalho estudou a semelhança do plano cartesiano com o sistema de coordenadas geográficas. A semelhança verificada foi entre a latitude e longitude, nas coordenadas geográficas, e os eixos coordenados do plano cartesiano. Como se percebe, a tese defendida pelos alunos foi que o atual sistema utilizado para localização global teve início com a utilização do plano cartesiano.

Para ilustrar o seu trabalho, os alunos realizaram cálculos de distâncias entre cidades

localizadas no mapa. Além do estudo de geografia e turismo, os alunos também estudaram geometria analítica.

3.3.3 Criptografia

Os alunos investigaram o desenvolvimento histórico da criptografia e desenvolveram enigmas com mensagens criptografadas que foram distribuídas pela escola. Durante a apresentação dos trabalhos, o grupo desafiou os alunos que assistiam a resolver os enigmas utilizando matemática nas chaves de decodificação. Então, todas as mensagens foram decodificadas. Para isso, as chaves para decodificação das mensagens utilizaram equações do 1º e 2º graus e progressão aritmética e geométrica.

3.3.4 História dos números romanos

A pesquisa consistiu em um estudo histórico sobre os números romanos e os motivos pelos quais esses números não são utilizados em cálculos atualmente. Os alunos concluíram que o sistema numérico dos romanos não é posicional e esse fato dificulta muito a execução de cálculos.

Outro aspecto muito interessante foi a descoberta, pelos alunos, de que o sistema de numeração romano teve origem com os povos etruscos, ancestrais do povo romano. Além do estudo de história e geografia, os alunos estudaram conjuntos e cálculos numéricos para a comparação das possibilidades dos sistemas de numeração conhecidos.

3.3.5 Katherine Johnson

O trabalho investigou a história de Katherine Johnson, matemática responsável por calcular a trajetória da Missão Apolo 11, que foi a primeira missão espacial a pousar na Lua. Para ilustrar o trabalho, os integrantes do grupo realizaram cálculos para demonstrar a distância da terra até seu satélite natural.

Além de estudar muita física, os estudantes estabeleceram um debate importantíssimo sobre a presença das mulheres na ciência. Em vista disso, assuntos como sociologia, história, funções matemáticas e cálculos foram acionados para o desenvolvimento do trabalho.

3.3.6 Matemática na música

O trabalho investigou a relação de Pitágoras com a música. Para apresentar as descobertas do célebre filósofo pré-socrático, os alunos construíram um instrumento musical

de uma corda só, que, ao ser tocado, demonstrava as relações de proporção entre as notas musicais.

Para o desenvolvimento do trabalho, os estudantes se debruçaram sobre razões, proporções, geometria e funções. Paralelamente, história da matemática, história da Grécia e geografia também integraram o conjunto de conhecimentos construídos.

3.3.7 Sudoku, história e desenvolvimento do jogo

O trabalho estudou a história do jogo denominado Sudoku. Com essa pesquisa, os alunos defenderam a ideia de que esse jogo contribui para o desenvolvimento da concentração e do raciocínio lógico. No final da apresentação do trabalho, aqueles que assistiam puderam experimentar o jogo.

3.3.8 Teatro sobre Bháskara

Esse trabalho desenvolveu uma perspectiva muito interessante de abordagem da história do algoritmo de resolução de equações do 2º grau, chamado de “fórmula de Bháskara”. Os discentes contextualizaram a história, por meio de uma peça teatral que atraiu muito a atenção de todos que assistiam.

Durante a encenação, os alunos desenvolveram cálculos e explicaram o raciocínio matemático por trás do algoritmo, partindo da forma geral da equação do 2º grau: $ax^2+bx+c=0$.

3.3.9 Teoria do GPS

O trabalho abordou a utilização desse sistema de localização global. Por meio dele, os educandos explicaram como funciona o GPS e demonstraram a utilização do sistema nos celulares e nos computadores. Importa registrar que a matemática utilizada pelos alunos envolveu o estudo de ângulos e geometria analítica, além do cálculo de distâncias e de áreas.

3.3.10 Sistema global de posicionamento

Este grupo de trabalho também abordou o sistema global de posicionamento com o uso de satélites, explicando a história e o seu funcionamento.

No desenvolvimento desse estudo, os alunos utilizaram o mapa terrestre planificado, chamado projeção de Mercator, para calcular distâncias entre pontos escolhidos no mapa. Para isso, eles relacionaram o mapa terrestre ao plano cartesiano, no qual o eixo Y (ordenadas) correspondia ao Meridiano de Greenwich e o eixo X (abscissas), à Linha do Equador. Com isto,

exploraram história, geografia, geometria analítica, cálculo de distâncias e cálculo de áreas.

4 Resultados e análise do processo

Os resultados observados emergiram da análise das minhas anotações no diário de pesquisa e dos relatos dos alunos no seu relatório final. Alguns dos comentários dos alunos são apresentados no texto, destacados em itálico⁴, identificando apenas o nome do trabalho, não o dos estudantes. Esses comentários demonstram as diferentes percepções deles acerca do trabalho desenvolvido.

O modelo de apresentação e comunicação dos resultados das pesquisas realizadas pelos alunos foi o minievento. Os alunos construíram cartazes contendo o resumo e o resultado das suas pesquisas. A mostra foi realizada nos corredores da escola e em duas salas de aulas, simultaneamente. Todas as outras turmas da escola foram convidadas a visitar o evento que ocorreu no turno da tarde.

Essa iniciativa despertou neles algumas emoções notáveis. A primeira foi a motivação de mostrar para outros colegas o trabalho realizado por cada grupo. Isso demonstrou autonomia, capacidade de organização e valorização de cada integrante do grupo.

É digno de nota que a habilidade de falar em público e de aceitar críticas também foi estimulada nos alunos durante a apresentação dos trabalhos. Todos os integrantes dos grupos, apesar do nervosismo inicial, queriam demonstrar o seu conhecimento sobre o assunto pesquisado. De fato, as críticas e as sugestões dos observadores contribuíram, significativamente, para acalmar os apresentadores.

— *Foi muito legal a ideia de apresentar o trabalho para outras turmas, gosto dessas dinâmicas fora da sala de aula, fazendo com que a gente saia um pouco da nossa rotina* (Grupo História dos Números Romanos, 2023).

— *Na apresentação, foi um nervosismo muito grande, na parte de todos os integrantes do trabalho, mas depois de ter uma ótima crítica do nosso querido professor de Matemática e de nossa convidada, ficamos mais soltos para as apresentações para o resto dos colegas da nossa turma e dos integrantes das outras turmas* (Grupo Teoria do GPS, 2023).

A apresentação para colegas de outras turmas foi muito oportuna, pois demonstrou o potencial desse método de desenvolver naturalmente o diálogo crítico entre os observadores e

⁴ Os textos dos comentários dos alunos foram transcritos em itálico e sem correção gramatical para demonstrar a sua originalidade. Além disso, a identificação dos estudantes não foi realizada, mencionando-se somente o título dos trabalhos. Os comentários foram extraídos dos relatórios finais dos grupos.

os apresentadores, fato que corrobora com a teoria defendida por Demo (2011) e Ramos, Lima e Rocha Filho (2009). Esse processo dialógico despertou novos questionamentos com potencial para novas pesquisas. Isto demonstrou que o método de pesquisa em sala de aula não se encerra na etapa de apresentação dos trabalhos, mas pode continuar em novas investigações.

— *As críticas construtivas recebidas foram de grande importância, pois, assim, o bloqueio criativo, muitas vezes presente, é eliminado e novas visões surgem para que se possa pôr em prática* (Grupo Plano Cartesiano e Coordenadas Geográficas, 2023).

Cumpre mencionar que, durante a construção das pesquisas, ficou muito evidente a percepção dos alunos sobre o valor da matemática. A história, a aplicabilidade na vida moderna e a possibilidade de gerar diversão com o desenvolvimento de jogos mudaram a compreensão dos alunos a respeito da matemática.

— *O trabalho nos mostrou a importância da matemática na vida das pessoas e de como uma pessoa com determinação vai longe, conseguindo conquistar seus sonhos* (Grupo Katherine Johnson, 2023).

A adoção da perspectiva de realizar pesquisa com temas de livre escolha dos alunos proporcionou a aprendizagem de novos conhecimentos, diferentes daqueles desenvolvidos no currículo tradicional. Em consonância com os princípios do Educar pela Pesquisa de Demo (2011), é possível afirmar que, além da significativa melhora no interesse dos alunos pela matemática, eles aprenderam a trabalhar em grupo, desenvolveram liderança e autonomia e a compreensão de que a matemática não é apenas um conjunto de conceitos, símbolos e regras que devem ser anotadas no caderno e reproduzidas em provas.

— *Sobre o tema que escolhemos, achei bem interessante pois me trouxe novos conhecimentos e foi algo tranquilo de trabalhar, tirando a parte dos cálculos avançadíssimos* (Grupo Katherine Johnson, 2023).

— *O trabalho teve uma importância acadêmica muito grande, aprendi muito com o nosso próprio trabalho e principalmente com o trabalho dos colegas* (Grupo Sudoku, história e desenvolvimento do jogo, 2023).

— *Além disso, é sempre bom ter atividades diferentes nas aulas, ajuda a dar uma descontraída e é claro que ajuda a gente aprender mais. Matemática não são só cálculos e fórmulas em um quadro, possui toda uma história por trás e é muito interessante saber sobre ela* (Grupo Teatro sobre Bháskara, 2023).

Os alunos evidenciaram sua satisfação com o desenvolvimento da sua capacidade de compreender conceitos matemáticos e de relacioná-los com outras áreas do conhecimento

humano. Esse fato demonstra que a matemática pode ser trabalhada de outras maneiras. A pesquisa em sala de aula, além de ser uma maneira inovadora e alternativa de trabalho em sala de aula, se constitui em uma abordagem pedagógica com potencialidade interdisciplinar e transdisciplinar.

— *A partir do trabalho percebi um potencial que nem mesmo eu sabia que conseguiria alcançar, foi muito cansativo inicialmente devido a ter problema de identificar qual seria o rumo ideal para o trabalho. Porém, após o desenvolvimento do trabalho mesmo diante de diversas dúvidas, ele ocorreu de maneira que me surpreendeu* (Grupo Matemática na Música, 2023).

— *Passei a achar incrível a maneira como o conhecimento, neste caso a matemática, se entendido, traz um sentimento enorme de satisfação ao estudante. A conclusão que levo deste trabalho é que a matemática não é chata, não é só números em um quadro, mas a matemática representa coisas da nossa vida* (Grupo Criptografia, 2023).

— *É bem interessante essas atividades fora da sala de aula, principalmente na matéria de matemática. Muitas vezes me perco nos cálculos matemáticos, mas ao entendê-los e explicá-los para outras pessoas, desenvolvi mais interesse e motivação na matéria; isso porque compreendi aquilo que estava com dúvida e consegui memorizar o conteúdo após explicar para outras pessoas. Por mais aulas assim* (Grupo Batalha Naval na Matemática, 2023).

Retomando a questão central de investigação e finalizando essa análise, é possível afirmar que a pesquisa realizada por alunos em sala de aula representa um princípio pedagógico inovador para o ensino e a aprendizagem da matemática na educação básica. Esta perspectiva fica clara, confirmando as conclusões de Moraes, Galiuzzi e Ramos (2012), quando o trabalho em sala de aula se desenvolve respeitando as quatro fases fundamentais do processo: a motivação do aluno, o questionamento, a construção de argumentos e a comunicação.

Também é possível afirmar que a pesquisa em sala de aula não é um método pronto, mas um caminho por onde podem ser utilizadas diversas abordagens metodológicas para a realização das atividades. Como exemplo dessas abordagens, temos a modelagem matemática, a história da matemática, a resolução de problemas, a arte, a tecnologia, jogos de estratégia, entre outras, todas guiadas pelos princípios da pesquisa.

De qualquer forma, a pesquisa em sala de aula é um princípio pedagógico que representa uma alternativa basilar para o ensino e aprendizagem de matemática, e é inovadora por proporcionar ao aluno o desenvolvimento de habilidades emocionais e sociais, além de conhecimentos que normalmente não são abordados nos currículos tradicionais.

5 Considerações finais

A perspectiva de realização de pesquisas por parte dos alunos em sala de aula desenvolve um ambiente educacional rico e dinâmico de construção do conhecimento. Em tempos em que as tecnologias estão cada vez mais presentes em todos os aspectos da vida cotidiana, não se justifica mais o ensino de matemática ainda ser transmissivo, maçante e opressor. Portanto, é fundamental que a aprendizagem matemática escolar se transforme em um movimento dinâmico e vivo, que liberte e não escravize a mente humana, que inspire e desenvolva o pensamento criativo.

Esse trabalho apresentou e analisou uma experiência de aula de matemática fundamentada nos princípios do Educar pela Pesquisa. Nessa perspectiva, ficou evidente que a abordagem de assuntos matemáticos apoiada na perspectiva da pesquisa realizada por alunos, se constitui em uma possibilidade real e muito interessante de aprendizagem interdisciplinar.

O trabalho fundamentado na pesquisa em sala de aula tem natureza pedagógica transgressora. Em outras palavras, rompe-se com os processos absolutistas de controle e disciplinarização estabelecidos e com o pensamento simplificador. É um movimento que escapa aos métodos tradicionais. O fazer pedagógico fica muito mais interessante quando estamos desvinculados do currículo formal, quando é interdisciplinar, quando gera prazer em aprender, quando é livre. Essa perspectiva não pode ser comparada com a simples busca e a reprodução de informações e conceitos, em especial, os conceitos e as aplicações da matemática. Em vez disso, é preciso que haja desenvolvimento do pensamento crítico e do empoderamento do aluno como sujeito com capacidade de mudança social e construção de conhecimentos.

Desta maneira, o trabalho continua, a pesquisa avança, a luta não cessa e a educação liberta.

Referências

DEMO, P. **Educar pela pesquisa**. 9. ed. Campinas: Autores Associados, 2011.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática docente**. 25. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2002.

FRANCO, M. A. S. Pedagogia da Pesquisa-Ação. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 483–502, set./dez. 2005.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. do C.; RAMOS, M. G. Pesquisa em sala de aula: fundamentos e pressupostos. In: MORAES, R., LIMA, V. M. do R. (Orgs.) **Pesquisa em sala de aula: tendências para a educação em novos tempos**. 3. ed. Porto Alegre: Edipucrs, 2012. p. 9–23.

RAMOS, M.; LIMA, V. M. do R.; ROCHA FILHO, J. B. da. A Pesquisa como prática na sala de aula

de ciências e matemática: um olhar sobre dissertações. **Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 2, n. 3, p. 53–81, nov. 2009.