

1 Introdução

1.1 Um primeiro olhar sobre a pesquisa: a questão e o objeto de estudo

O presente estudo tem como título “Contribuições do laboratório de educação Matemática para a formação inicial de professores: saberes práticos e formação profissional”.

A minha questão de pesquisa gira em torno da imersão dos estudantes do curso de Licenciatura em Matemática numa ambiência gerada pelas atividades propostas pelo Laboratório de Educação Matemática da Universidade da Amazônia (Lema/Unama), e o meu objeto de pesquisa é o desenvolvimento da formação profissional de futuros professores no laboratório de Educação Matemática.

Com efeito, minha inquietação implica uma investigação que pressupõe a necessidade de identificação, com base na teoria e em conexão com a concepção de um trabalho colaborativo sugerido pelo laboratório de educação Matemática da Universidade da Amazônia, de traços que evidenciem, ainda que de modo embrionário, a aquisição de saberes práticos, em geral, atribuída como resultado do efetivo exercício da profissão.

Dentre várias atividades desenvolvidas no Lema/Unama, as aulas ministradas nas manhãs dos sábados pelos futuros professores aos alunos da rede pública/particular sob a orientação de dois professores formadores, têm se mostrado empiricamente um ambiente de trabalho colaborativo bastante interessante para a formação profissional desses futuros professores.

Denominei esse “contato” que os futuros professores têm mantido com alunos escolares, a partir das atividades promovidas pelo Lema/Unama, de *situação antecipada de ensino (SAE)*. Muito embora, essas aulas sejam situações reais de ensino-aprendizagem, não retratam, no entanto, o contexto da escola enquanto palco real do exercício docente.

Traduzo minhas inquietações, nesse contexto, a partir do seguinte enunciado: *quais os saberes práticos que são aprendidos a partir das situações antecipadas de ensino (SAE), desenvolvidas no contexto do (Lema/ Unama),*

podem contribuir para o desenvolvimento da formação profissional dos futuros professores de Matemática?

Neste sentido, diversas questões auxiliares emergem inevitavelmente dessa questão principal em relação aos futuros professores de Matemática da Universidade da Amazônia, dentre as quais destaco: *O que os futuros professores aprendem quando se envolvem nas atividades colaborativas do Lema/Unama? O que eles mobilizam de saberes oriundos de aprendizagens anteriores, sejam familiares ou escolares, do Ensino Fundamental e Médio? Que tipo de contribuições minha investigação pode trazer para o campo da Educação Matemática, sobretudo para a Formação de Professores que ensinam Matemática? Como os futuros professores de Matemática racionalizam suas ações de ensino quando submetidos às situações de ensino simuladas pelas atividades do Laboratório de Educação Matemática da Universidade de Amazônia (Lema/Unama)? Como organizam, argumentam e avaliam os conteúdos e como evoluem com o tempo essas ações mediante as interações colaborativas? Existem outras pesquisas que investigam o desenvolvimento da formação profissional a partir de alguma concepção de laboratório de ensino de Matemática? Que aproximações e distanciamentos podem ser estabelecidos entre essas pesquisas e a que desenvolvo aqui? O que os futuros professores acreditam poder aprender nessas atividades e que poderá de alguma forma, contribuir para minimizar as dificuldades do início da carreira profissional? Que tipo de argumentos e articulações os futuros professores utilizam para apresentarem os conteúdos específicos de Matemática?*

Evidentemente que a justificativa do meu problema de pesquisa exige a compreensão de conceitos/ideias à luz dos resultados e discussões promovidos pelas diversas pesquisas na área e que podem tanto viabilizar quanto sustentar minhas elaborações.

Faço, mediante as vozes de meus interlocutores, o levantamento de diversos argumentos que intentam justificar minha pesquisa, dentre os quais estão: *O Laboratório de Educação Matemática, os saberes práticos, formação profissional, formação inicial e trabalho em colaboração.*

1.2

A estrutura e o conteúdo do texto

Ainda neste primeiro capítulo rememoro minha trajetória profissional e a experiência com o Laboratório de Educação Matemática ainda como docente da Escola Tenente Rêgo Barros (ETRB - Ministério da Defesa) e as repercussões dessas experiências sobre minha prática profissional.

Em especial, me reporto a um episódio no qual vivenciei uma experiência com uma turma de Ensino Médio a partir de uma atividade envolvendo a torre de Hanói. Reflito como o investimento em ações metodológicas pode ser útil na árdua tarefa de reconstrução do conceitual.

No capítulo II, intitulado “O professor, seus saberes e a sua profissão”, trago à discussão o meu primeiro pilar de sustentação teórica a partir da concepção de saber partilhada por diversos autores, sobretudo, pelo pesquisador canadense Maurice Tardif. Nesse capítulo, faço um amplo diálogo com suas principais ideias sobre os saberes práticos do professor e a relação desses saberes com a sua formação profissional.

Discuto sobre a problemática dos saberes práticos procurando refocalizar a noção de saber à luz de Tardif. Recorro à perspectiva do saber do professor enquanto um “saber fazer” dotado de uma consciência profissional e forjado nas rotinas de trabalho.

Além disso, procuro apresentar os resultados mais significativos desse autor no que diz respeito aos aspectos da relação complexa entre a dimensão profissional do professor e a produção de conhecimento, enquanto saberes práticos que necessitam de reconhecimento acadêmico para a compreensão mais real do funcionamento do labor docente. Encerro esse capítulo refletindo algumas críticas dirigidas aos pressupostos de Tardif sobre a centralidade dos saberes práticos dos professores nos programas de formação.

No capítulo III, trato especificamente da “Formação profissional dos professores de Matemática”. Abro diálogo com outros interlocutores sobre a problemática das licenciaturas e as possibilidades que a formação inicial pode trazer para a constituição de ações formativas que promovam o desenvolvimento da formação profissional de futuros professores de Matemática.

Além disso, procuro buscar as contribuições de documentos oficiais brasileiros que ratificam os resultados apontados pelas pesquisas sobre as necessidades de mudanças na formação profissional nos cursos de licenciaturas, sobretudo, no sentido de identificar suas principais recomendações.

Ainda nesse capítulo, discuto alguns aspectos importantes a partir dos resultados de diversas pesquisas sobre o que de fato precisa saber um professor de Matemática para ensinar com eficiência. Essa é uma questão aberta na literatura e sua discussão tem gerado algumas diretrizes fundamentais para o campo, sobretudo, quando se utiliza a categoria de conhecimento *pedagógico-disciplinar* cunhado por Schulman.

Finalmente encerro esse capítulo tratando especificamente das possibilidades do trabalho colaborativo enquanto categoria imprescindível apontada pelas pesquisas como uma necessidade imperiosa para a implantação das modificações tão urgentes nos cursos de formação de professores.

O capítulo IV tem como título “Laboratório de educação Matemática e a formação profissional de professores de Matemática”. Nesse capítulo, descrevo várias experiências no Brasil envolvendo concepções distintas de um laboratório de ensino de Matemática como foco estimulador de aprendizagem para o desenvolvimento da formação profissional de professores (Universitas, UFF e UnB).

Em seguida, retomo minha experiência com o laboratório de ensino, sobretudo, na coordenação do Lema/Unama e mostro os desdobramentos dessa experiência que culminou com a elaboração da presente pesquisa.

Trato especificamente da gestão de três disciplinas acadêmicas – Educação Matemática, Estágio Supervisionado III e Metodologia de Ensino de Matemática - e da proposta integrada com que eram conduzidas no curso de licenciatura em Matemática da Unama a partir da minha concepção pessoal do que seria um Laboratório de Educação Matemática.

Finalmente, encerro esse capítulo estabelecendo aproximações e distanciamentos entre o Lema/Unama e os outros laboratórios que descrevi, sobretudo, no sentido de explicitar alguns vínculos teóricos que consolidaram justificativas da presente pesquisa bem como me ajudaram a apontar um diferencial.

No capítulo V, apresento a empiria em que descrevo toda a metodologia da pesquisa; no capítulo VI, faço a análise de dados; no capítulo VII, faço a interpretação desses dados; e, finalmente, deixo as minhas considerações finais para o capítulo VIII.

1.3

Uma experiência de ensino marcada por inquietações

A velocidade com que a tecnologia interfere nos processos de socialização, através das surpreendentes invenções, ecoa como um verdadeiro bombardeio de informações, responsável pela geração de “analfabetos intelectuais” que se atropelam pelos corredores da vida.

O domínio e o uso dessas informações fazem a diferença entre os que estão entorpecidos na massa medíocre e os que exercem poder sobre ela. Martinelli (1996, p.2) contribui com esta perspectiva quando diz:

O homem está sedento de conhecimento, de fé e de experiências espirituais. Está em busca de nascentes, dos mananciais de sabedoria. E, ao chegar à encruzilhada do processo de civilização, precisa encontrar o rumo e direcionar seu destino. Para isso precisa encarar seus erros e realizações. Para pôr em prática uma mudança de comportamento social, faz-se necessária uma renovação de compreensão do homem, do mundo e das ciências exatas e humanas, não apenas intelectualmente, mas uma transformação interior, cujo efeito atinja o âmago do ser e se manifeste por suas ações.

Durante os primeiros dez anos de atuação como docente da rede pública e privada de ensino em Belém, jamais pensei em “encontrar meu rumo”, “encontrar meu destino”, muito menos “encarar meus erros”.

Acreditei que estava formado, definitivamente pronto para exercer o magistério e desfrutar de todos os direitos legais que “aquele certificado” poderia garantir.

Jamais questioneei o fato de que grande parte dos resultados negativos na aprendizagem dos meus alunos fosse, em alguma dimensão, de minha responsabilidade.

Durante muitos anos da minha vida profissional, acreditei realmente que os únicos erros no meu trabalho eram aqueles cometidos pelos alunos naquilo que eu entendia ser uma avaliação.

Minha formação inicial foi centrada na ênfase sobre os conteúdos específicos de Matemática, sem levar em consideração outros saberes envolvidos no exercício da

profissão docente e que complementam as exigências da complexidade que caracteriza o ato-processo de ensinar e de aprender.

No início dos anos 1990, no entanto, experimentei o desconforto das primeiras inquietações em face do “mesmismo” da minha prática de ensino, que se manifestava na distância cada vez maior entre mim e meus alunos.

Por um lado, a noção de experiência para os professores pode assumir diversos sentidos. Para Tardif (2007, p.285), de um modo geral, quando um professor se refere a sua experiência, ele está designando “a verdade da sua experiência prática”. É exatamente esse o sentido que eu usei para me referir ao sentimento de desconforto na execução do meu trabalho.

Por outro lado, a distância a que me refiro estava marcada, sobretudo, pela crescente apatia e pelos consequentes resultados negativos do meu trabalho. A necessidade de mudança era clara, mas eu não sabia naquele momento como mudar uma prática arraigada à modernidade.

Tudo que eu conhecia estava reduzido à visão apreendida durante minha formação universitária, sobretudo às marcas implícitas dos anos que estive sentado na carteira da escola, ouvindo, copiando e reproduzindo “coisas” que não tinham muito significado para mim.

Talvez, a lacuna mais nociva que permaneceu durante minha formação acadêmica tenha sido a ausência de uma prática reflexiva¹. Refletir sobre o quê? Refletir para quê? Refletir com quem?

Estava tudo tão “certinho”, bem definido. Todos os dados arrumados, as fórmulas demonstradas, o livro texto escrito por profissionais competentes, e eu, iludido, acreditava que era mais conhecedor da realidade do que meus alunos. Minha prática em sala de aula foi uma mera reprodução das certezas² absolutas de uma ciência exata e neutra.

Os cursos de capacitação, ministrados pelo Núcleo Pedagógico de Apoio ao Desenvolvimento Científico da Universidade Federal do Pará (NPADC/UFPA) ao corpo docente da Escola Rêgo Barros (ETRB) da qual sou professor, foram importantes para alimentar as mudanças nas práticas de alguns professores dessa escola que buscavam novos horizontes metodológicos. Esses cursos viabilizaram os primeiros passos no sentido de implantação de um Laboratório de Educação Matemática.

¹ Existe uma vasta discussão sobre esse tema, tendo, sem dúvida, Donald A. Schön como uma das principais referências no mundo (SCHÖN, D. A. Educando o Profissional Reflexivo: um novo design para o ensino e a aprendizagem. Porto Alegre: Artmed, 2000).

² Cf. Prigogine (1996), Feyrabend (1977), Khun (2000), Santos (1989), Santos (2002), Freitas (2003), Japiassu (1991), Sader (2000), Masterman (1979).

O Laboratório de Educação Matemática surgiu, assim, na minha trajetória profissional, com a expectativa de proporcionar as mudanças, que, na época, um grupo significativo de professores da ETRB desejava.

A possibilidade de reflexão sobre a minha prática na escola proporcionada pelas interações com meus pares foi fundamental para que as mudanças acontecessem. “Reconhecer a importância da reflexão na ação e sobre a ação é reconhecer que os contextos humanos são instáveis e que os problemas que surgem podem ser originais e únicos, e são, definitivamente, passíveis de mudanças” (GERALDI, 1998, p.165).

Os resultados do meu envolvimento com as atividades típicas de um Laboratório de Educação Matemática foram extremamente gratificantes. Percebia um envolvimento maior dos alunos da ETRB durante as aulas, fato que não ocorria quando eu ministrava aulas com muita ênfase na exposição didática. Eram atividades quase sempre realizadas em grupos, nas quais havia um problema que os desafiava.

Ainda guardo com carinho em minha memória de sala de aula a experiência que vivi como professor da ETRB. Refiro-me à proeza (numérica) de um aluno do primeiro ano do Ensino Médio que, envolvido numa atividade com a Torre de Hanói³, efetuou sem auxílio de uma calculadora, o cálculo $2^{64} - 1$.

A Torre de Hanói foi apresentada aos alunos como uma placa de madeira retangular com três pinos cilíndricos fixados em sua parte mais larga e dispostos em linha. Havia dez discos de madeira de raios ordenadamente crescentes, de modo que podiam ser todos empilhados uns sobre os outros em qualquer um dos três pinos da placa. Os alunos receberam as placas com todos os discos empilhados sobre um único pino em forma de torre.

Desafiei os alunos a transferirem os discos empilhados (torre) para um dos outros dois pinos livres, utilizando duas regras simples, a saber: (I) só poderiam mover um disco de cada vez; e (II) durante a transferência, nunca poderiam colocar um disco “maior” em cima de um “menor”.

Sugeri aos alunos que começassem a transferência com torres contendo inicialmente três discos e fossem aumentando esse número paulatinamente. O desafio matemático era descobrir a lei de formação que determinava o número

³ Isnard (1985).

mínimo de movimentos em função do número de discos utilizados na transferência da torre de um pino para outro. Meu objetivo com essa atividade era introduzir o conceito de função exponencial a partir da redescoberta da lei de formação.

Nesse contexto, a ideia consiste na implementação de alternativas didáticas. Com efeito, a redescoberta dessa lei de formação não se constituiu numa demonstração matemática (sentido rigoroso), mas numa atividade informal que não precisa necessariamente ser entendida como infantilizada.

Os alunos não usaram a indução finita para chegar à conclusão da lei de formação, mas continuo acreditando que essas iniciativas são válidas em alguma dimensão, sobretudo porque podem ser melhoradas no sentido do rigor matemático em outros momentos e pelo notório envolvimento dos alunos. Eu informei aos alunos que esse processo de generalizar expressões matemáticas demanda uma linguagem mais precisa e que o nosso trabalho naquele dia seria apenas um ensaio, por tentativas, de um processo muito mais complexo.

Minhas inferências foram inicialmente no sentido de que os alunos percebessem que havia sempre um número mínimo de movimentos para cada conjunto de peças. Procurei mostrar aos alunos que se admitíssemos uma torre formada por um único disco, necessitaríamos de um único movimento para efetuar a transferência. Uma torre com duas peças, três movimentos; com três peças, sete movimentos; com quatro, quinze movimentos e assim por diante.

Existe uma lógica de transferência que eles perceberam empiricamente e que está centrada no movimento operante sempre de “três peças”. As três primeiras peças da pilha de discos que constituem a torre definem a operação de transferência. Essa percepção era fundamental para que minhas inferências sobre a turma pudessem continuar rumo ao objetivo daquela aula.

O próximo passo foi pedir aos alunos que montassem uma tabela de valores para duas variáveis. Uma variável (independente) era o número de discos (d) que compunha a torre (trabalhei com até sete discos) e a outra variável (dependente) era o número mínimo de movimentos (m) necessários para a transferência ser efetivada.

A ideia era, portanto, compor a função definida num domínio conhecido: $D = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10\}$, e eu pretendia nesse momento que os alunos identificassem a lei de formação $m = f(d)$. Isso de fato veio a acontecer após

algum tempo, a partir da exploração por tentativas de valores, eles construíram em colaboração comigo a tabela abaixo:

$m = f(d)$

Número de discos	Número de movimentos
1	1
2	3
3	7
4	15
5	31
6	(...)
7	(...)

Tabela 01 – $m = f(d)$
Fonte – O autor e seus alunos.

Após inúmeras tentativas por parte dos alunos, um deles sugeriu fazer potenciação tendo como base o número 2 e como expoente o número de discos, com a justificativa de que o resultado era muito próximo do que já estava na tabela empiricamente. Era tudo que eu precisava ouvir. Valorizei a fala do aluno e chamei a atenção da turma para a importância do que havia sido dito.

O próximo passo era fazê-los perceber que a diferença entre a potência de base 2 e o valor correspondente do número de movimentos – $m(d)$ - era uma constante para cada um dos pares (d,m) tabelados empiricamente. $2^1=2$, $m(1) = 1$; $2^2=4$, $m(2) = 3$; $2^3 = 8$, $m(3) = 7$, $2^4 = 16$, $m(4) = 15$, etc.

Xequê mate! Não demorou muito e vários alunos se manifestaram: “Professor! Professor! Descobri! É $2^d - 1$! Logo sistematizei para que todos avaliassem: $m(d) = 2^d - 1$.

De posse da lei de formação sugerida empiricamente na interação com os alunos, pedi que eles completassem a tabela utilizando a lei encontrada, ou seja, obter o número de movimentos para seis e sete discos.

Chamei novamente a atenção da turma para o fato de que a lei que associava o número de discos ao número de movimentos era estruturalmente diferente daquelas funções já estudadas até então – as polinomiais do 1^0 e 2^0 graus.

Após algumas considerações, procurei fazê-los perceber que pela primeira vez havia acontecido o fato de a variável principal figurar na lei de formação como um “expoente”.

Esse fato, uma vez percebido, me deixou em condições para dizer aos alunos que a lei de formação $m(d) = 2^d - 1$, na qual a variável principal figura

como expoente, sugerida por eles para relacionar o número de “discos” ao número de “movimentos”, é característica de um tipo de função denominado exponencial.

Eu estava satisfeito. Na minha perspectiva, meu objetivo havia sido atingido. A partir da exploração de uma situação problemática que desafiou os alunos, fiz, na interação com eles, emergir uma lei diferente daquelas que conheciam. Abri, dessa forma, uma nova frente de investigação.

Então, veio a grande surpresa. Já quase no final daquela aula (eram duas aulas de 50 minutos cada), um aluno me chamou até o fundo da sala e me mostrou uma “continha” que ela havia feito para determinar o número de movimentos para 64 discos.

Ele calculou, sem auxílio de calculadora, 2^{64} e me apresentou o resultado estonteante: 18.413.260.209.937.186.816. A ordem do número que ele determinou – *quintilhões*. Essa experiência foi extremamente marcante. Pude vivenciar em minha trajetória profissional o que um aluno pode fazer quando está envolvido e estimulado a superar um obstáculo que o desafia.

Posteriormente, esse episódio me ajudou a refletir sobre as possibilidades que temos em nossas mãos para disponibilizar, mediante a diversificação metodológica, formas motivadoras de ensino que possam, em alguma dimensão, fazer uma grande diferença para nossos alunos.

Acredito que essas ações simples, possíveis e exequíveis, muito embora não estejam robustecidas do rigor matemático, estão sob o controle de nós professores. Se tivesse solicitado aos alunos que calculassem quanto era o valor de $2^{64} - 1$, sem envolvê-los num contexto que justificasse a necessidade da operação, numa questão do tipo “Efetue” ou “Calcule”, ainda que fizessem, não o teriam realizado, muito provavelmente, com o mesmo registro cognitivo-emocional.

Evidentemente, que minhas experiências não podem sustentar as pretensões da presente pesquisa. Muito embora os resultados empíricos pareçam indicar que essas atividades promovidas por um laboratório de ensino tenham uma repercussão positiva na aprendizagem dos alunos, elas não são suficientes.

Emerge a necessidade natural de uma aproximação com a literatura, sobretudo no que diz respeito ao tipo de conhecimento mobilizado em sala de aula pelos professores para o ensino e compreendê-lo num plano mais amplo, no plano dos saberes – do saber fazer - e da relação desses saberes com os processos de formação inicial e o exercício da profissão docente diante do seu labor cotidiano.

A discussão sobre a noção de saber – saber docente é fundamental na presente pesquisa, pois a partir dela pretendo identificar e eleger o eixo sobre o qual delimitarei meus objetivos específicos no sentido de que eu possa de algum modo consolidar uma resposta, para a questão que me proponho a responder em minha investigação.