

A pergunta diretriz, objetivos e escolhas metodológicas: socializando as memórias de uma pesquisa em história da matemática

The directive question, objectives and methodological choices: socializing the memories of a research in history of mathematics

Maria Deusa Ferreira da Silva¹

Resumo

Neste artigo, apresento um recorte de alguns aspectos que considerei relevantes para o desenvolvimento de minha tese de doutorado, realizada no período de 2007 a 2010 junto ao Programa de Pós-Graduação em Educação – Linha Educação Matemática, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte². Um dos aspectos que considerei e considero importante para que uma pesquisa se deslanche são as escolhas metodológicas que fazemos, especialmente quando estas são definidas a priori, uma vez que podem garantir o sucesso da pesquisa facilitando a condução da mesma. Assim, neste breve ensaio mostro os “caminhos” percorridos para a definição da pergunta diretriz, das questões norteadoras geradas entorno desta, do objeto de estudo, dos objetivos e da escolha dos campos teóricos de investigação do estudo. Traçar tudo isso me levou a delimitação dos referenciais teóricos utilizados na condução da pesquisa e, sobretudo, foram úteis na forma de organizar o corpus principal do trabalho até sua finalização. Além do mais, veio mostrar que uma pesquisa em História da Matemática pode ser metodologicamente bem definida a priori.

Palavras-chave: Metodologia de pesquisa - História da matemática - Campos Teóricos de Investigação.

Abstract

This paper presents some aspects relevant to the development of the doctoral thesis carried out during 2007 to 2010 by the Graduate Program in Education - Line Education Mathematics, at the Federal University of Rio Grande do Norte. One of the aspects considered important to that a search is to unleash the methodological choices we make, especially when these are defined a priori, since they can ensure the success of facilitating the conduct of research itself. Thus, in this brief essay I show the "path" traveled to the definition of the policy question, the guiding questions generated around this, the object of study, the objectives and the choice of theoretical research fields of study. All this took me to trace the boundaries of theoretical references used in conducting the research and, above all, helpful way of organizing the main body of work through to completion. Moreover, research has shown that in the history of mathematics can be methodologically well defined a priori.

Keywords: Research Methodology, History of mathematics, theoretical research.

¹ Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia-UESB – e-mail: mariadeusa@gmail.com

² Sob Orientação do Prof. Dr. Iran Abreu Mendes

Definindo a pergunta diretriz e os objetivos de pesquisa

Em qualquer pesquisa, o ponto de partida é a inquietação do pesquisador, suas motivações e experiências. Nos interrogamos, formulamos questões em torno de nossa linha de interesse, até que conseguimos definir uma pergunta diretriz que, a princípio, guiará a pesquisa. Neste caso não foi diferente, conforme está em (SILVA, 2010). Entretanto, para definir efetivamente o que iria pesquisar foi um processo gradual que envolveu um “olhar” atento e perseverante, um processo com “idas e vindas” em que participaram outros interlocutores.

Definida a pergunta diretriz, bem como os questionamentos em torno dela passamos para a elaboração dos objetivos a serem alcançados. Estes também não vêm de uma única vez. Passam por um longo processo de construção, reformulações e novas reformulações. Na construção da pesquisa em questão também me questionei diversas vezes: será que os objetivos estão de acordo com pergunta diretriz? Será que terei elementos para alcançá-los? Será que a minha proposta de fato vai trazer elementos novos para a comunidade científica, em especial para a pesquisa em História da Matemática e da Educação Matemática?

Assim, as posições que tive de assumir e os caminhos que segui não foram isentos de muitos momentos de reflexão e também não foram solitários. Fizeram parte de um processo de negociação que envolveu as discussões com o orientador, as discussões em grupo, as leituras em torno do tema (os referencias teóricos), as reflexões no decorrer das disciplinas que tive a oportunidade de fazer. Enfim, para chegar à pergunta diretriz, aos objetivos e à tese que defendi, passei por um processo de “amadurecimento intelectual”. Para isso, fiz uso de todos os instrumentos que pudessem me dar suporte. Nesse percurso, estabeleci os objetivos, descritos a seguir, os quais são “frutos” desse processo amadurecimento intelectual pelo qual passa o pesquisador na construção e defesa de suas ideias.

Os objetivos: vamos a eles

Diante da pergunta diretriz e dos questionamentos inerentes a ela, estabeleci como objeto de pesquisa a *Reconstrução histórica do cálculo diferencial e integral na perspectiva da modelagem matemática, considerando os principais problemas que*

contribuíram para o seu desenvolvimento. A partir desse objeto de estudo, visei mostrar que é possível reconstruir ou retomar os principais problemas históricos, olhando-os sob a perspectiva da modelagem matemática, que contribuíram para o desenvolvimento do cálculo diferencial e integral (SILVA, 2010). Além disso, defendi que o uso deles poderão se constituir em elementos essenciais para a abordagem didática no ensino de cálculo. E, mais, sob a perspectiva da modelagem, é possível utilizar a história como um agente de cognição nas aulas de cálculo.

Dos objetivos a serem alcançados com o trabalho:

Geral:

- Mostrar que a história do Cálculo Diferencial e Integral pode ser reconstruída e/ou ressignificada sob uma perspectiva da modelagem matemática, a partir da retomada dos grandes problemas geradores, dos processos utilizados na resolução dos mesmos e dos modelos emergentes dessas soluções, e pode subsidiar o ensino de cálculo a partir desses modelos, numa perspectiva de ensino-aprendizagem que faça uso da história.

Com esse objetivo procurei focar sobre a pergunta diretriz trazendo à luz os problemas geradores e os modelos propostos que antecederam ao que hoje conhecemos como cálculo diferencial e integral. Para tanto, fiz um levantamento dos personagens diretos (e às vezes indiretos) que contribuíram nesse processo, busquei situar cada uma das contribuições na epistemologia do conhecimento, no contexto sócio-cultural em que foram propostos, nos modelos propostos como solução dos problemas. Argumentei sobre os conhecimentos matemáticos que utilizaram e alavancaram, sobre os debates teóricos que propiciaram e sua contribuição para o desenvolvimento do Cálculo conforme proposto por Newton, e finalizei discutindo as possibilidades de sua utilização no ensino de cálculo hoje.

Desse modo, para que esse objetivo seja alcançado também se fez necessário delinear os objetivos específicos, pois eles contemplam os “pormenores” da pesquisa, a seguir apresento esses objetivos:

Objetivos específicos:

- Delinear dentro de uma sequência cronológica fatos e acontecimentos que ocasionaram o surgimento de problemas e a consequente formulação/elaboração de modelos que contribuíram com o desenvolvimento do cálculo por Newton.

Com esse objetivo, procurei traçar uma cronologia de fatos e acontecimentos que contribuíram para fomentar o debate sobre as grandes questões que afligiram os cientistas, tomando como referência aproximadamente seis séculos antes de Cristo (séc. VI a.C.) até a metade do século dezessete depois de Cristo (séc. XVII d.C). Período este marcado por um grande desenvolvimento da Matemática, em particular, e, da ciência em geral, que contribuiu decisivamente para o desenvolvimento do cálculo newtoniano. Apresentei ainda a visão de mundo prevalecente e as interferências advindas de questões sociais, econômicas, políticas e religiosas que contribuíram ou interferiram no desenvolvimento científico.

- Evidenciar os personagens e seus respectivos trabalhos que contribuíram na proposição e solução dos problemas que precederam o desenvolvimento do cálculo.

Esse objetivo visou evidenciar quais foram os personagens e seus respectivos trabalhos que contribuíram de modo significativo para que Newton pudesse estabelecer os fundamentos do cálculo no século XVII. Como o próprio Newton declarou: “se longe enxerguei é porque me apoiei em ombros de gigantes”. Então, procurei mostrar quem foram esses “gigantes” e, sobretudo, especificar quais foram suas contribuições e as limitações de seus modelos. De certo modo, esse objetivo liga-se ao anterior, uma vez que as limitações eram impostas pelas condições anteriormente especificadas.

- Justificar, de acordo com a época, as limitações dos modelos.

Neste objetivo procurei trazer à tona o conhecimento matemático existente que deu suporte aos cientistas na solução dos problemas propostos bem como das limitações impostas pela própria falta de instrumental matemático.

- Discutir a possibilidade de uma abordagem didática para o ensino de Cálculo que faça uso dos problemas e modelos analisados.

Com esse último objetivo atender à segunda parte do objetivo geral deste estudo, que é apontar a possibilidade de abordagem para o ensino de cálculo com base nos problemas e modelos propostos. Desse modo, finalizei o estudo mostrando que modelagem matemática e história da matemática podem se constituir em tendências conexas e úteis no ensino da matemática em qualquer espaço onde ela ocorra.

A Escolha das fontes: em busca de um referencial teórico

Outro fator relevante para que uma pesquisa alavanque é a escolha do material de estudo, as referências bibliográficas. Em especial, em uma pesquisa em história, é a escolha das fontes históricas, uma vez que a história já está contada, escrita. Ao historiador cabe se debruçar sobre as mesmas fontes por outros já consultadas e dar um novo olhar, identificar o que outros não conseguiram “ver”, tratando-se de um processo reconstrutivo, arqueológico (ARÓSTEGUI, 2006; FOUCAULT, 2007; GAVROGLU, 2007). No caso da pesquisa em referência não foi diferente. Propus-me reconstruir a história do cálculo diferencial e integral numa perspectiva da construção de modelos. Nessa busca, identifiquei o que ainda não havia sido percebido por outros historiadores, lancei-me na busca elementos novos. Assim, como as fontes já existiam, coube-me então garimpá-las e extrair delas elementos novos que foram relevantes para dar as respostas à pergunta diretriz e atenderem aos objetivos propostos salvando a pesquisa de não se tornar uma mera repetição, acredito eu.

Ainda, encontrei consenso em historiadores como Gavroglu (2007), quando aponta que os historiadores das ciências se deparam com as fontes por meio das questões que colocam. Assim sendo, o seu encontro com elas é uma relação extremamente complexa em que é pouco provável descrever com precisão o perfil “ideal” de historiador. Cabe ao historiador decidir como vai avaliar as fontes que vai utilizar. Nas palavras de Gavroglu:

os historiadores não revelam e não constroem o passado exclusivamente mediante a detecção e a leitura dos documentos. A dimensão fundamental da investigação histórica tem a ver com as escolhas das respectivas fontes, dos fatos históricos, das interpretações adequadas e significativas – escolhas essas que frequentemente estão contidas nas perguntas que formulamos. (GAVROGLU, 2007, p.127).

Ainda:

Quando abordamos nossas fontes, já conhecemos os pormenores de muitos trabalhos de investigação similares – trabalhos cuja elaboração se apoiou na utilização das mesmas fontes às quais também recorremos. (GAVROGLU, 2007, p.128).

Portanto, para o autor, “não somos conhecedores passivos dessa bibliografia” (GAVROGLU, 2007, p.127). Tomamos posição sobre tudo que lemos. Percebemos que algumas pesquisas já responderam perguntas similares às que propomos, ou que nos interessam. O que nos diferencia, porém, é nem sempre aceitarmos as respostas que são dadas, elas não nos convencem e/ou, então, a nossa necessidade de ir além movidos pelas nossas próprias inquietações. Logo, as perguntas que formulamos revelam nossas teorizações mais gerais, nosso pensar e nosso refletir investigativo, os quais são únicos. Desse modo é que escolhemos o gênero de fontes que devemos consultar. Isso não significa que já possuímos as respostas, mas que escolhemos as fontes mais adequadas a nos ajudarem em nossas respostas.

Assim, a escolha que fiz das fontes levou em conta as reflexões anteriormente expostas. Elas não foram isentas de uma análise prévia. Mas fruto de minhas teorizações mais gerais, do meu pensar reflexivo, do meu “olhar” investigativo, das “brechas” encontradas em trabalhos similares e das expectativas que eu tinha em relação à pesquisa, ou seja, daquilo que me propunha a responder.

Ainda, na escolha das fontes, conforme historiadores como (ARÓSTEGUI, 2006; GAVROGLU, 2007; PINSKY, 2006) costumamos classificá-las em Fontes Primárias e Fontes Secundárias³. Sendo que a cada uma dessas duas naturezas de fontes é atribuído um valor, “um lugar” na pesquisa; “existe uma hierarquização desses elementos e os historiadores das ciências começam sempre com a pergunta que está sob investigação” (ARÓSTEGUI, 2006, p. 127). Nesse tocante, nessa pesquisa assumi que as fontes específicas sobre história seriam todas secundárias. Além disso, conforme

³ É comum nas pesquisas em história as fontes bibliográficas serem classificadas em Fontes Primárias e Fontes Secundárias. Fontes primárias são aquelas que foram geradas no período em que o historiador está interessado, nelas estão compreendidas as obras de autoria dos próprios personagens implicados na questão em estudo, tais como obras inéditas, manuscritos, anotações, cartas recebidas ou enviadas, cadernos de apontamentos. Já Fontes Secundárias são as obras que foram geradas mais tarde e, que, no geral, incluem as análises das primeiras. Nelas estão incluídas obras inéditas ou em forma de manuscritos nas quais se encontram referências diretas feitas por contemporâneos ou posteriores aos envolvidos na questão.

requeria a pergunta diretriz da investigação, fiz uso de outras fontes não especificamente de história. Sendo assim, optei em classificá-las em seis categorias que também denominei de **Campos Teóricos de Investigação (CTI)**⁴, atribuindo a cada um deles um valor e um lugar na pesquisa. Descrevo, a seguir, cada um deles:

▪ **CTI - 1 – Campo Teórico sobre História e Filosofia das Ciências**

Nesse campo teórico procurei contemplar a história das ciências⁵ e fiz uso dele para me situar no âmbito geral da ciência e assim compreender os caminhos que esta percorreu ao longo de seu desenvolvimento; identificar os acontecimentos e as necessidades emergentes da própria sociedade; entender as condições sociais, culturais, políticas e religiosas que envolveram o desenvolvimento das ciências em cada momento estudado. Nessa pesquisa, em particular, o uso da história das ciências foi importante para entender todo o processo que antecedeu o desenvolvimento do Cálculo Diferencial e Integral e, sobretudo, compreender porque este foi um acontecimento importante para a história das ciências a partir do século XVII.

▪ **CTI - 2 – Campo Teórico sobre História da Matemática e História na Educação Matemática**

Nesse segundo campo teórico, fiz uso da literatura sobre história da Matemática. Juntamente com o primeiro, constituem eixos centrais na pesquisa, pois contemplam a visão dos fatos históricos daquilo que estava investigando. A História da Matemática traria fatos e acontecimentos que, na maioria das vezes, só diz respeito à própria matemática e, portanto, por si só não responde a todas as nossas perguntas. Por outro lado, esses fatos e acontecimentos inerentes à própria matemática também foram imprescindíveis à pesquisa que empreendemos. Como por exemplo, a História da Matemática propiciou uma visão cronológica do desenvolvimento dessa ciência e me permitiu identificar os personagens e suas contribuições com maior riqueza de detalhes. Sendo assim, foi no uso da história da matemática que assentei uma boa parte da investigação.

⁴ - Propus o termo **Campos Teóricos de Investigação (CTI)** para designar os campos teóricos em que a pesquisa se assenta. Não identifiquei na literatura o uso desse termo anteriormente.

⁵ -Entendendo como história das ciências o campo de conhecimento que abarca todas as ciências como pro exemplo, a Física, a Química, as Artes, e a própria Matemática, etc.

▪ **CTI - 3 – *Campo Teórico sobre a história do desenvolvimento conceitual do Cálculo Diferencial e Integral***

O terceiro campo abrangeu textos específicos sobre a história do cálculo. Neles pude analisar em mais detalhes os problemas e as soluções apresentadas, identificar as limitações dos modelos e compará-los com as questões mais gerais em volta do tema estabelecido. Foi possível também estabelecer conexões entre o problema proposto e a solução apresentada frente ao conhecimento matemático utilizado. Também serviu para, mais uma vez, perceber que embora a história do cálculo já estivesse escrita ela poderia ser reconstruída, conforme os objetivos propostos para a investigação.

▪ **CTI - 4 – *Campo Teórico sobre os personagens e suas contribuições que direta ou indiretamente contribuíram para o desenvolvimento do cálculo***

Já o quarto campo inclui os textos específicos dos personagens envolvidos na história do cálculo, suas contribuições e história de vida. Eles vêm se somar aos textos de história da matemática e história do cálculo, fornecendo elementos mais pormenorizados do trabalho de cada personagem da história. Forneceram detalhes que muitas vezes escapam aos textos mais gerais. Portanto, foram importantes para compreender detalhes no desenvolvimento do cálculo, analisando o trabalho de cada um que tomou parte nessa história.

▪ **CTI - 5 – *Campo Teórico sobre Construção de Modelos e Modelagem Matemática***

Nesse campo teórico, situei as fontes que abordam a discussão sobre a construção de modelos e modelagem matemática, uma vez que defendi na tese que o desenvolvimento do cálculo envolveu a construção de modelos e que esses modelos foram sofrendo modificações ao longo da história acompanhando o desenvolvimento científico em geral. Sendo assim, nesse campo teórico busquei analisar essas fontes, buscando nelas as respostas para entender como se processa a construção de um modelo e como a modelagem matemática se constituiu em uma ferramenta para a compreensão e construção do pensamento matemático. Analisando as discussões do presente no campo teórico da modelagem, busquei compreender as ideias do passado, os métodos utilizados na resolução dos problemas e, sobretudo, compreender porque utilizavam tal método quando propunham um problema.

▪ **CTI - 6 – Campo Teórico sobre História e Ensino de Matemática**

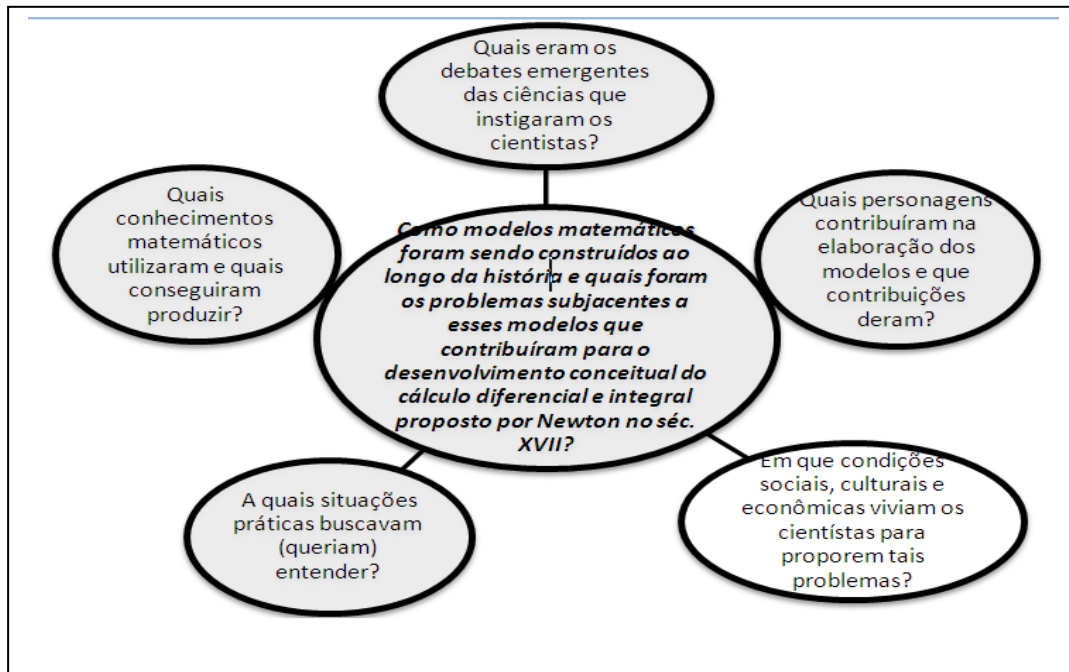
Finalmente, nesse último campo teórico situo as fontes que abordam e discutem o uso da história como uma ferramenta para a sala de aula, útil ao ensino e um agente de cognição no ensino da matemática. Essas pesquisas, ao defenderem o uso da história na sala de aula apontam as várias direções que este pode tomar. Assim, como um dos objetivos desta pesquisa é delinear um conjunto de atividades para o ensino de cálculo que faça uso dos problemas e modelos nela levantados, se torna de fundamental importância conhecer as discussões propostas pela comunidade de historiadores da Matemática e da Educação Matemática sobre esse tema. Daí a inclusão desse campo teórico.

Estabelecendo uma metodologia: a forma de organização da investigação

Situado o problema e definidos os campos teóricos de estudo, o passo seguinte foi definir a forma de organização da pesquisa. Em um dos momentos de reflexão sobre como gostaria de apresentar o trabalho me ocorreu a necessidade de “centrar” a pergunta diretriz e no entorno desta as perguntas subjacentes. Assim, nasceu o primeiro dos fluxogramas⁶. A partir desse fluxograma outros foram sendo elaborados onde em cada um deles busquei por todos os elementos que iriam contribuir para o desenvolvimento do trabalho e serviram para dar forma ao *corpus* principal da tese⁷. É claro que essa maneira de organizar as informações por meio de fluxogramas também passou por várias modificações até chegar à forma conforme apresentada na tese. Uma vez mais para construí-los também passei por um processo de amadurecimento em que revi o objeto de estudo, os objetivos e os CTI.

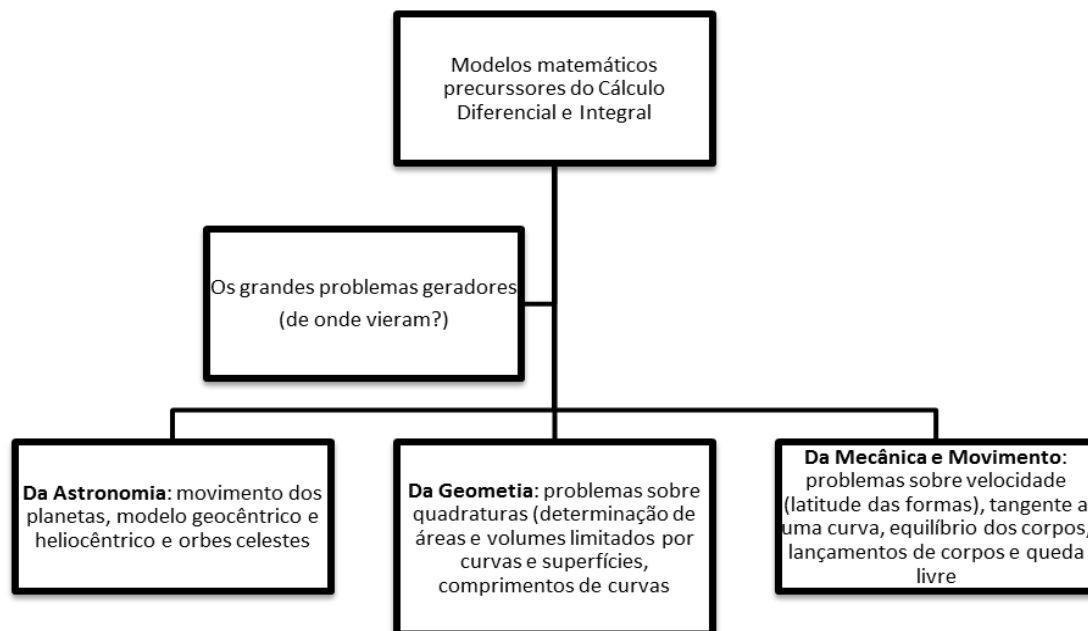
A seguir, a título de melhor esclarecimento, apresento dois desses fluxogramas:

⁶ Na tese é o fluxograma-4. Também não identifiquei esses fluxogramas em outros trabalhos (mais detalhes ver Silva, 2010).



Fluxograma 4- (conforme está na tese)

Nesse fluxograma centrei a pergunta diretriz e ao redor dela as perguntas subjacentes. Isso serviu para visualizar melhor aquilo que desejava responder. A partir do todo, visualizar as partes, e, a partir das partes, obter uma compreensão do todo. Foi desse olhar atento sobre essas questões que defini o Fluxograma -5, conforme segue:



Fluxograma 5- (SILVA, 2010)– Modelos, problemas e temas geradores que contribuíram para o desenvolvimento do cálculo.

⁷ O que corresponde aos capítulos 4, 5 e 6 (Ibidem Silva, 2010).

Enquanto que nesse fluxograma, a partir da pergunta diretriz e das perguntas adjacentes a ela, busquei associar aos modelos e aos grandes problemas geradores as grandes áreas que serviram de fontes provocadoras aos cientistas, ou seja, procurei situar os problemas de acordo com o campo de conhecimento associado a eles, conforme os entendemos hoje.

Considerações finais

Quando iniciei o doutorado, movida pelas inquietações e pelas experiências como docente e pesquisadora em Educação Matemática e com o desejo de melhorar minha qualificação docente e abrir-me para novos conhecimentos, não tinha dimensão do que poderia produzir. Tinha consciência que seria um processo construtivo marcado por muitos momentos de reflexão, introspecção, idas e vindas em busca de “caminhos” seguros para a realização da pesquisa. Assim, a definição da pergunta diretriz, conseqüentemente, do objeto e objetivos de estudo foram momentos marcantes e, repletos de insights, sem os quais não conseguiríamos avançar na construção e defesa de uma tese. A definição dos CTI foi sem dúvida, o ponto chave, pois a partir deles ficou mais fácil estabelecer a bibliografia que seria utilizada na construção da parte central da tese. O importante foi que todas essas escolhas me possibilitou mostrar que em uma pesquisa em História da Matemática podemos apresentar uma metodologia e uma forma de organização antecipando os passos seguintes, ou seja, não investigamos a história para depois dizermos os passos dados, como, afirmam alguns historiadores. Igualmente, podemos antever cada passo da pesquisa.

Finalizando, espero que esta pesquisa possa servir de um importante referencial para aqueles que se embrenharão na construção de uma pesquisa em história, em especial em História da matemática.

Referências

ARÓSTEGUI, J. **Pesquisa Histórica: teoria e método**. Bauru: EDUSC, 2006. 590p.

FOUCLAUT, Michel. **A Arqueologia do Saber**. (Tradução: Luiz Felipe Baeta Neves). 7. ed. Rio de Janeiro: Forense universitária, 2007.

GAVROGLU, K. **O Passado das Ciências como História**. Porto: Porto Editora, 2007. (Tradução Custódio Magueijo).

SILVA, M.D. F. Problemas e Modelos que contribuíram com o desenvolvimento do Cálculo Diferencial e Integral: dos Gregos a Newton. Tese (Doutorado em Educação). Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2010.

Recebido em out. / 2013; aprovado em set./2015