

A PRESENÇA DA GEODÉSIA NOS CURSOS DE MATEMÁTICA DA ACADEMIA MILITAR BRASILEIRA NO SÉCULO XIX

Ligia Arantes Sad
Instituto Federal do Espírito Santo – IFES – Brasil

(aceito para publicação em outubro de 2018)

Resumo

O propósito desse artigo é fomentar discussões históricas sobre o contexto do fazer científico e de práticas educacionais mescladas na relação conjunta entre conhecimentos da geodésia e da matemática. Essa escolha engloba transformações e insidências relativas a importantes campos epistemológicos da matemática – trigonometria, geometria esférica e cálculo diferencial e integral – ao destacar-se como foco histórico a presença da Geodésia como matéria no *Curso Matemático e de Ciências Militares* da Academia Militar brasileira (AM), na primeira metade do séc. XIX. Entre os recursos educacionais utilizados pelos ‘lentes’ naquela instituição, estão obras de Puissant, Legendre e Delambre, abordadas sob práticas educacionais e científicas que as consideravam como referência básica. Na metodologia de exploração documental dos enunciados dos seus resúdos foi importante agregar, como documento, um caderno intitulado *Geodesia*, que compõe uma das partes do manuscrito elaborado a partir das anotações de aula por estudantes da AM e organizado pelo lente e ex-aluno do curso Matemático – Manoel José de Oliveira (no período de 1814 a 1835). Algumas perguntas instigaram as buscas: Que noções e conhecimentos geofísicos e matemáticos eram entrelaçados e realçados? Em que contextos do fazer científico e da prática educacional? Existiam teorias e compendios (ou livros textos) tidos como base para os estudos? As análises permitiram observar, entre outras coisas, uma matéria Geodésia bastante matematizada, privilegiando cálculos geométricos e trigonométricos direcionados a uma subdivisão dedicada ao aspecto de *posicionamento de pontos na superfície terrestre*, estudada em interrelação direta com as matérias de Trigonometria e Astronomia que também integravam os “conhecimentos matemáticos”.

Palavras-chave: Geodésia, Matemática, História da Matemática, Academia Militar.

[THE PRESENCE OF GEODESY IN MATHEMATICS COURSES OF THE BRAZILIAN MILITARY ACADEMY IN THE 19TH CENTURY]

Abstract

The purpose of this article is to foster historical discussions about the context of scientific doing and educational practices mixed in the joint relationship between

knowledge of geodesy and mathematics. This choice encompasses transformations and incidences related to important epistemological fields of mathematics - trigonometry, spherical geometry and differential and integral calculus - by highlighting as a historical focus the presence of Geodesy as a subject in the Mathematical and Military Sciences Course of the Brazilian Military Academy (AM), in the first half of the century XIX. Among the educational resources used by the 'lenses' at that institution are works by Puissant, Legendre and Delambre, approached under educational and scientific practices that considered them as basic reference. In the methodology of documentary exploration of the statements of its residues it was important to add, as a document, a book entitled *Geodesia*, which composes one of the parts of the manuscript elaborated from the class notes by students of the AM and organized by the lens and former student of the Mathematical course - Manoel José of Oliveira (in the period from 1814 to 1835). Some questions instigated the quest: What notions and geophysical and mathematical knowledge were interwoven and highlighted? In what contexts of scientific doing and educational practice? Were there theories and compendia (or textbooks) taken as a basis for studies? The analysis allowed to observe, among other things, a fairly mathematic Geodesic matter, favoring geometric and trigonometric calculations directed to a subdivision dedicated to the aspect of positioning of points on the terrestrial surface, studied in direct interrelation with the Trigonometry and Astronomy subjects that also integrated the "Mathematical knowledge".

Keywords: Geodesy, Mathematics, History of Mathematics, Military Academy.

1. Preliminares

Entender o desenvolvimento de determinados campos das ciências e sua articulação em forma de estudos com outras áreas, requer muitas vezes olhar para a compreensão histórica de contexto da produção científica que o protagonizou. Os estudos crescentes, por exemplo, da forma e dimensões da Terra, de eclipses, das orientações de referência em relação ao espaço e pontos de localização terrestre, se disseminaram desde a antiguidade nas reflexões de diversos povos. Não sem deixar de se relacionar, ora influenciados ora influenciando, em problematizações matemáticas e no delineamento de partes importantes da história da matemática, integradas a trigonometria, logaritmo, geometria esférica e elementos do cálculo diferencial e integral.

Especificamente, para nos referirmos ao campo da ciência que contemporaneamente engloba as medidas e informações geométricas da Terra, bem como aos estudos dos campos de gravidade que a ela se relacionam, foi delineado o nome *geodésia*, que veio do francês *géodésie* e do grego *geōdaisiā*, ou seja, $\gamma\eta$ (γη = 'terra', $\delta\alpha\omega$ = 'eu divido') (LERMA, 2012; TORGE, 1991).

Na mescla histórica entre essas duas ciências, geodésia e matemática, neste artigo abordaremos o resultado de investigações realizadas a respeito da Geodésia¹ como campo de estudos de futuros matemáticos e engenheiros nos primeiros cursos da

¹ Geodésia, segundo Lerma (2012), pode ser vista como a ciência que estuda e determina a forma e medidas sobre a superfície da Terra, incluindo o estudo de seu campo de gravidade e variações com o tempo.

Academia Militar² brasileira, na primeira metade do século XIX. As inquietações iniciais foram: que tipo de elementos geofísicos e matemáticos podem ser realçados? Em que contextos do fazer científico e da prática social? Que teorias e compendios (ou livros textos) eram tidos como base para os estudos? Essas indagações nasceram e foram alicerçadas na busca historiográfica em fontes documentais, cujo acesso ocorreu em investigações ao acervo do Arquivo Nacional (Coleção série-Guerra), da Biblioteca Nacional e do Arquivo Histórico do Exército (AHEx). Em particular, no especial exame às anotações de um estudante militar registradas em um *caderno*, no qual reuniu anotações de outros colegas e suas como estudantes na mesma Academia. O que nos remete às palavras de Certeau (2010, p. 95) sobre a escrita histórica, ao afirmar que ela “permanece controlada pelas práticas das quais resulta”. Neste caso, por se tratar de registros referentes a aspectos educacionais da geodésia, enquanto ciência estudada em contexto educacional transcorrido a cerca de dois séculos.

A seguir, após tentativa de aproximar a atenção ao contexto histórico sobre o desenvolvimento da Geodésia, focada na primeira metade do século XIX, a orientação será por evidenciar o lugar dos estudos relativos a essa ciência e de cotejar o modo como estiveram presentes nos cursos matemático e de engenheiros militares, que nessa época estavam sendo realizados na Academia Militar (AM) no Rio de Janeiro – Brasil.

2. Frações da história

Ações do homem em dividir a terra em grandes extensões, utilizando técnicas diversas ao longo dos tempos, estiveram presentes desde a antiguidade. Pela historiografia, os povos antigos poucos meios instrumentais dispunham para entender a geometria da Terra, sua forma e movimentos. Desse mesmo âmbito faziam parte as observações dos fenômenos da natureza que envolviam os astros. É portanto compreensível que as constituições e observações geodésicas tenham se desenvolvido em conjunto com conhecimentos, astronômicos, instrumentais, físicos e matemáticos. Vários interesses em cada um desses campos da ciência, conduziram estudiosos motivados na busca de compreensão do mundo e dos fenômenos. Em especial, à dedicação aos conhecimentos sobre a forma da Terra – tida antigamente como um disco achatado, depois uma esfera, um elipsóide alongado ou achatado nos pólos e, posteriormente, no século XIX, um geóide. Entre os problemas aliados estavam os cálculos de distâncias inacessíveis, posicionamentos e movimento de astros, elaboração de calendários, cartas de navegação e previsão de eclipses. (LERMA, 1999; PESTANA, 2013).

Em termos da historiografia matemática, tem-se geralmente a prática social científica de estudos a respeito da geometria da Terra, desde épocas remotas, mesclados a estudos astronômicos. Em cujo meio, algumas partes da matemática vieram a revestir-se de importância para os cálculos e demonstrações argumentativas da validade. Entre elas, destacamos a geometria da esfera, triângulos planos e esféricos, trabalho com ângulos, elementos da trigonometria e matemática infinitesimal³, presente

² Neste texto nomearemos simplesmente por Academia Militar (AM), embora tenha sido criada com o nome de Academia Real Militar (1810), que depois passou a ser Imperial Academia Militar (1822 – 1832), em seguida Academia Militar da Corte até 1838 e, finalmente, Escola Militar (1839-1858). (SAD, 2012).

³ Os cálculos matemáticos infinitesimais trabalham com pequenas diferenças ou incrementos que podem ser tornados tão pequenos quanto se queira, inclusive geometricamente, de modo que as razões de magnitudes infinitesimais, “as diferenciais, tal como são concebidas por Euler, são em última instância nulas” (WUSSING, 1998, p. 171).

na história de vários povos, como os mesopotâmios, egípcios, chineses, indianos, gregos e islâmicos. (KATZ, 1993; WUSSING, 1998).

Devido ao foco e limites deste artigo, diante da extensa historiografia que integra astronomia, matemática e elementos de constituição da geodésia, escolhemos concentrar em um recorte englobando o começo do século XIX. Nesse sentido, é importante lembrar que ainda no século anterior, após a forma elipsoidal ser tomada por Newton (1642-1727), Euler (1707-1783) e Monge (1746-1816) escreveram teoremas clássicos sobre a teoria de superfícies relativas à geodésia, com cálculo de curvaturas nas superfícies e de linhas traçadas sobre elas. O cálculo diferencial e integral com bases infinitesimais, juntamente com os resultados da física de Newton e da teoria da gravitação contribuíram, segundo Wussing (1998, p. 171), “(...) ao tratamento matemático de numerosos problemas astronômicos: as órbitas dos planetas e cometas, o cálculo de perturbações, o problema dos três corpos, o movimento da lua terrestre e das luas de Júpiter, os eclipses da lua e do sol, a estabilidade do sistema solar e muitos outros.”

São do século XVIII várias controvérsias sociais científicas sobre as medidas de longitude sobre a Terra, bem como de seus eixos maiores e plano central (equatorial), por causa da não existência de uma medida padrão. Como um dos protagonistas do poder científico naquela época, o governo francês resolveu então, após os trabalhos de uma comissão, adotar o sistema métrico decimal, sendo o “metro” definido em relação à longitude do meridiano terrestre. Em consequência, o matemático e astrônomo francês Delambre (1749-1822) publica a obra *Les bases du système métrique décimal*. No Brasil, embora não livre da ascendência científica européia, a adoção do sistema métrico decimal veio a ocorrer somente no século seguinte e sua consolidação foi um processo vagaroso. (SARMENTO, 1997; ROZENBERG, 2006).

Por ordem oficial do rei da França, Felipe V, ainda no século XVIII formou-se uma grande expedição ao Perú composta por membros de diversos países (engenheiros, geógrafos, astrônomos, acadêmicos, entre outros), que ficou famosa pelas tabelas de medidas obtidas a respeito de longitudes, latitudes, nivelção barométrica e geodésica. Com ela se confirmou que a Terra era achatada nos pólos, como havia previsto anteriormente Newton, passando a ter a forma de um *geóide*. O matemático francês, Alexis C. Clairaut, que havia integrado a expedição, publica *Théorie de la figure de la Terre*. Com esses novos conhecimentos, segundo Wussing (1998), houve uma ampliação de trabalhos matemáticos nas confecções cartográficas. Nas produções cartográficas são marcantes as obras dos matemáticos Heinrich Lambert (1728-1777) e André Marie Legendre (1752-1833). O primeiro trabalhou com as seções cônicas no elipsóide, enquanto que o segundo empenhou-se sobretudo na resolução plana de triângulos esféricos, utilizando métodos com base na geometria, trigonometria e no cálculo diferencial e integral. Conforme Lerma (2012) comenta, as curvas especialmente tomadas sobre a superfície do elipsóide e que dão mínima distância entre dois pontos, ficaram nomeadas como *linhas geodesicas* por Johan Bernoulli ainda em 1697.

Outros aspectos foram agregados ao campo da geodésia no início do século XIX, com os trabalhos das medidas de grandes arcos de meridiano e paralelos, empreendidos por Juan Bautista Biot (1774-1882) e Domingo Francisco Arago (1786-1853). Biot ainda contribuiu diretamente para a constituição de um resultado chamado

de Lei de Biot e Savart – que possibilita calcular a intensidade do campo magnético criado por determinada corrente elétrica.

Em continuidade, tivemos elaborações da geodésia por diversos cientistas que também trabalhavam com bases matemáticas, como Clairaut (1713 – 1765), Laplace (1749 – 1827) e Gauss (1777 – 1855). Ressaltamos do matemático, astrônomo e geodesta Carlos Frederico Gauss a técnica dos cálculos a partir do método dos mínimos quadrados, que veio a ser utilizado na geodésia geométrica e dinâmica. Cujas bases matemáticas foram estruturadas na geometria diferencial de superfícies, usada para determinar, por exemplo, coordenadas de pontos sobre a superfície terrestre, aperfeiçoando ainda mais os cálculos e resultados das triangulações de redes geodésicas, importantes à cartografia.

Essas e outras ideias do uso da cartografia e de outros ramos da geodésia, conduziram a subdivisões da Geodésia enquanto matéria (ou disciplina) em cursos superiores como de engenharia, tendo em vista que variados conhecimentos continuaram a ser úteis aos mapeamentos, bem como a construções que envolviam conhecimento de superfícies e do campo de gravidade, demarcações de áreas e de fronteiras, entre outros. Por isso, desde o séc. XVIII, a despeito de classificações em geodésia geométrica, geodésia matemática, geodésia física e geodésia dinâmica, além de outras especificações nos séculos seguintes, Vaniček e Krakiwsky (1986) indicam como subdivisões primordiais os seguintes aspectos no estudo da geodésia: posicionamento de pontos na superfície terrestre, campo de gravidade e relacionamentos entre eles. Observamos que estes aspectos também comparecem nos estudos de matemáticos e engenheiros brasileiros ainda no início do século XIX, conforme abordaremos a seguir.

3. A Geodésia nos estudos de matemáticos e engenheiros na Escola Militar

Em contexto político efervescente, desde o imperialismo à república, a capital da colônia brasileira – cidade do Rio de Janeiro – teve nas primeiras décadas do século XIX a criação (dezembro de 1810) e consolidação da Academia Militar. A princípio, esta instituição foi regida pelos Estatutos da Carta de Lei⁴ elaborada por D. Rodrigo de Souza Coutinho – 1º Conde de Linhares – político português que veio ao Brasil com a côrte de D. João VI. Era propósito dessa instituição militar de nível superior prover formação de pessoas que pudessem dar suporte ao governo português, na colônia, em termos de defesa, engenharia, administração, infraestruturas de minas e construções de estradas, pontes, fontes de água, etc. Dentro dessa preocupação em formar uma elite técnica-científica, a AM privilegiava pessoas de classe abastada, fidalgos ou filhos de militares, pois facultava a matrícula àqueles que sabiam a língua latina, grega e línguas vivas, ou seja, os que tinham tido maior acesso à educação. (SAD, 2011).

A fim de atender a tanto, exigia profissionais especializados para atuarem em seus primeiros cursos (Curso Matemático e Curso de Ciências Militares), conforme a Carta de Lei que designava a responsabilidade em formar oficiais de artilharia, engenharia, geógrafos e topógrafos. Portanto, não é de estranhar que a matéria de

⁴ Carta de Lei (4 dez. 1810). In: *Collecção das Leis do Brazil de 1810*. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1891.

Geodésia tenha vindo a ocupar um lugar nos estudos de matemáticos e engenheiros da escola militar. Segundo consta dessa Carta de Lei (p. 236):

*“O Lente ... passará a explicar o systema do mundo; para o que muito se servirá das obras de la Caille e de la Lande, e da mecanica celeste de la Place; não entrando nas suas sublimes theorias, porque para isso lhe faltaria o tempo: mas mostrando os grandes resultados que elle tão elegantemente expoz, e dahi explicando todos os methodos para as determinações das latitudes e longitudes no mar e na terra; fazendo todas as observações com maior regularidade, e mostrando as applicações convenientes ás medidas **geodesicas**, que novamente dará em toda a sua extensão”.* [Grifo nosso]

Assim, durante as primeiras décadas da AM, os sete anos de curso superior foram estruturados conforme tabelas a seguir, nas quais observamos que com os quatro primeiros anos se obtinha a formação no Curso Matemático e, na continuidade dos outros três anos, o Curso de Ciências Militares.

Composição dos cursos Matemático e de Ciências Militares na AM

1º ano	2º ano	3º ano	4º ano
Aritmética; geometria; álgebra até equações do terceiro e quarto graus; trigonometria retilínea; desenho	Cálculo diferencial e integral, aplicações da álgebra à geometria; geometria descritiva; desenho	Aplicações da matemática; Mecânica (dinâmica e estática); hidrostática; hidrodinâmica; hidráulica; desenho	Trigonometria esférica; ótica; geodesia ; astronomia; desenho

5º ano	6º ano	7º ano
Tática; estratégica; fortificação e reconhecimento de terrenos (castramentação); química; desenho	Fortificação; ataque e defesa; traço e construção das estradas, pontes, canais e portos; orçamento das obras; mineralogia; desenho	Artilharia teórica e prática; minas e geometria; arquitetura civil; hidráulica; história natural (reinos animal e vegetal); desenho das máquinas

Fonte: Sad (2011, p. 117)

No quarto ano (último ano do Curso Matemático) havia a *matéria* de Geodésia, junto com Trigonometria Esférica e Astronomia, que eram também consideradas relevantes na base de formação de engenheiros, topógrafos e geógrafos. Ademais, como a astronomia, também a geodésia tinha grande parte de seus cálculos legitimados na trigonometria, o que bem justifica a concentração das matérias relativas a esses campos de conhecimento no 4º ano. A composição com essas matérias realça o que Chervel (1990) indica como a importância da *disciplina*⁵ (ainda chamada no início do

⁵ Sobre essas diferenças e nomeações – disciplina ou matéria – Chervel (1990) afirma que as disciplinas escolares constituíram-se como *disciplinas* e passaram a ter esta denominação a partir de 1910. Para ele, ainda no século XIX, entre os aspectos práticos do ensino das disciplinas em nível superior estava a redução quanto a preocupação pedagógica, concentrada na comunicação – “tudo que se solicita ao aluno é ‘estudar’ esta matéria para dominá-la e assimilá-la: é um ‘estudante’.” (CHERVEL, 1990, p. 185). Por isso, embora por vezes tratemos a matéria de geodésia como *disciplina*, essa efetivação só veio a ocorrer no século XX.

século XIX de *matéria*) no sistema escolar, posto que podemos entender e analisar aspectos da educação e da cultura por meio delas. Segundo ele,

“(...) uma disciplina escolar comporta não somente as práticas docentes de aula, mas também as grandes finalidades que presidiram sua constituição e os fenômenos de aculturação de massa que ela determina, então a história das disciplinas escolares pode desempenhar um papel importante não somente na história da educação, mas também na história cultural”. (CHERVEL 1990, p. 184).

Em cada disciplina (*matéria*) havia utilização de manuais didáticos que eram indicados no próprio estatuto da AM. As obras estrangeiras utilizadas eram predominantemente francesas, mas os lentes eram orientados a produzirem também compêndios ou mesmo resumir os conteúdos dos livros adotados para os estudantes, conforme consta no Ofício da Congregação de Lentes da Academia Militar (1834, Documento IG³⁵ do Arquivo Nacional do Rio de Janeiro). Talvez, até mesmo pelo número pequeno de livros ou dificuldade de acesso dos estudantes a eles. Isso reforça a grande importância do estudo de materiais didáticos da época, para compreender o desenvolvimento de determinado componente curricular, como a geodésia. Em investigações nos acervos, as buscas conduziram a uma relação de livros (do Observatório Imperial)⁶ utilizados na AM, entre os quais estão relacionadas as seguintes obras: *Traité d’Astronomie* por J. B. J. Delambre; *Mecanique Céleste* por P.-S. Laplace; *Traité de Géodésie* por L. Puissant (figura 1); e várias Tábuas de medidas astronômicas.

No Tratado de Geodésia (2ª edição), Puissant (1819) apresenta da página xvii à xx o índice dos três livros que compõem essa vasta obra, a saber: “Notions de la sphère et du mouvement des corps célestes”; “Analyse des deux Trigonométries” (retilínea e esférica); e “Opérations et calculs Géodésiques”, em um total de 448 páginas. No prefácio, o autor indica seus escritos à Escola de Aplicação de Engenheiros e Geógrafos da França, mencionando os trabalhos de Delambre, Legendre e Laplace, entre outros. É uma obra recheada de definições geodésicas, trigonométricas e, também, de cálculos matemáticos que recorrem às séries matemáticas e ao cálculo diferencial, aplicados na obtenção de: cálculos para traçados de meridianos, latitudes, longitudes, azimutes terrestres e posições geográficas, entre outros. Contém ao final 12 (doze) tabelas com valores de elementos trigonométricos (ângulos, senos, tangentes, etc) e também tabelas geodésicas; além de folhas maiores (dobradas) com desenhos geométricos e de instrumentos para observação e medidas, numerados de acordo com sua relação a alguns conteúdos no interior do texto, porém inseridos somente ao final.

Uma discussão de cunho histórico envolvendo diferenças entre *matéria* e disciplina escolar, no âmbito da escola brasileira, pode ser vista em Santos (2008).

⁶ Documento da AM, do séc. XIX, encontrado no Arquivo Nacional, Série Guerra. O que é compreensível, tendo em vista que o Imperial Observatório do Rio de Janeiro foi criado em 1827, sob o comando da AM, com finalidade inicial de apoiar estudos geográficos do território brasileiro e de ensino da navegação. (FARIAS, M. S., 2016). Disponível em www.hcte.ufjf.br/downloads/sh/sh9/SH/trabalhos%20orais%20completos/O-IMPERIAL-OBSERVATORIO.pdf. Acesso em 10 abr. 2017).

A respeito da trigonometria estudada no mesmo 4º ano do curso da AM (séc. XIX), temos como fontes documentos da AM e a própria obra de Puissant (1819), na qual está registrada a utilização de livros de A. M. Legendre. Especificamente, examinamos deste autor um exemplar do livro intitulado “Éléments de Géométrie” (figura 2), cuja quarta edição é de 1802, e contém o “Traité de Trigonométrie” ao final, da página 327 até 525.

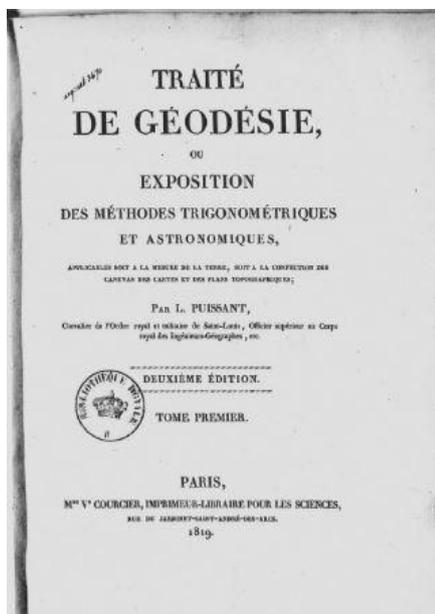


Figura 1: *Traité de Géodésia*
Puissant (1819)

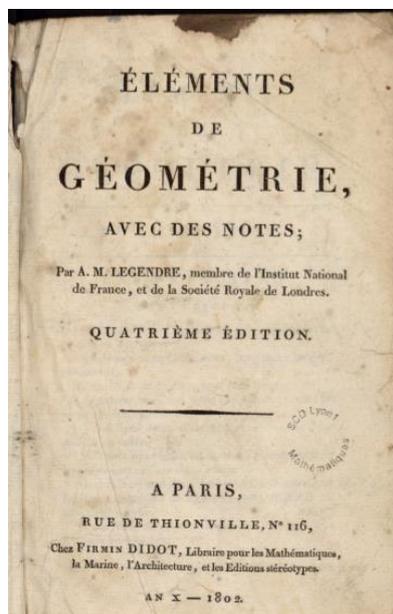


Figura 2: *Éléments de Géométrie*
Legendre (1802)

Fonte: Acervo Gallica (gallica.bfn.fr)

Além dessas obras, encontramos um reforço à compreensão dos estudos matemáticos relativos a Geodésia ao examinar os resíduos das enunciações do caderno intitulado *Geodesia*, que compõe uma das seis partes do manuscrito de anotações de aulas elaboradas por estudantes da AM e, posteriormente, organizados (entre 1814 a 1835) pelo lente e ex-aluno do curso Matemático – Manoel José de Oliveira⁷. No presente trabalho abordamos três partes (Nº 9, Nº 10 e Nº 11, em 21 páginas) desse manuscrito, que contém dados diversos sobre a matéria Geodésia. Logo à primeira página, encontramos o título “Anotações aos Elementos de Geodesia”, ao qual seguem trechos que parecem ter sido compilados de compêndios adotados para estudos. Um dos indícios, para os quais produzimos significado em sua leitura⁸, são as anotações, de quando em quando, à margem esquerda das folhas, indicando números de páginas,

⁷ A respeito do militar Oliveira – aluno depois lente de matemática da Academia Militar – e sobre seus *Cadernos*, ver Sad (2010).

⁸ Nossa leitura e produção de significados foi realizada de acordo com o Modelo dos Campos Semânticos (LINS, 2012).

linhas e, por vezes, parágrafos de referência a um livro texto de onde foi o excerto em parte “copiado” ou indicado pelo lente. Por exemplo, são citados o *Tratado de Geodesia por Puissant*, a *Trigonometria de Legendre* e o *Traité d’Astronomie* por Delambre.

Como a escrita do manuscrito tem, em geral, caligrafia ruim e os textos estão em estado de deteriorização – inclusive com partes ilegíveis –, não conseguimos uma leitura fluida que leve a precisar o seu teor completo, bem como os objetivos didáticos que remeteram àquele tipo de escrita. Contudo, observamos que parecem anotações feitas pelos estudantes em aula, talvez indicadas pelo lente responsável por aquela matéria, de modo que eles pudessem ter orientações onde estudar. Em algumas páginas há uma certa sequencialidade em trechos de desenvolvimentos matemáticos, em outras parecem trechos truncados e de diferentes tópicos. Dentre eles, destacamos os registros de utilização de fórmulas trigonométricas para cálculos de posicionamentos de pontos em triângulos esféricos, como se fosse no globo terrestre. A fim de ilustrar, exibimos (figura 3) um fragmento da parte N° 9, e respectiva transcrição em português atual.

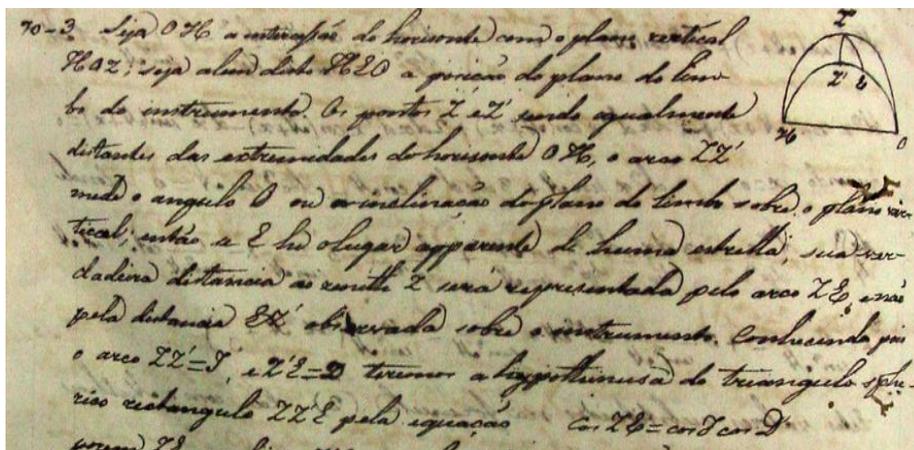


Figura 3: Trecho do caderno *Geodesia* de Oliveira (1814). Fonte: Biblioteca Nacional do Rio de Janeiro, I-47, 10, 11

[Transcrição] “Seja $O\mathcal{H}$ a interseção do horizonte com o plano vertical $\mathcal{H}\beta Z$; seja a uma linha $\mathcal{H}\zeta O$ a posição do plano do limbo do instrumento. Os pontos Z e Z' estando igualmente distantes da extremidade do horizonte $O\mathcal{H}$, o arco $Z Z'$ mede o ângulo O ou a inclinação do plano da linha sobre o plano vertical; então se ζ é o lugar aparente de uma estrela, sua verdadeira distância ao zênite⁹ Z será representada pelo arco $Z \zeta$ e não pela distância ζ

⁹ O zênite é uma referência de posicionamento do observador de um astro, sendo o ponto da esfera celeste acima da cabeça do observador, passando pelo centro da Terra e prolongada verticalmente. Ou seja, podemos defini-lo como sendo o ponto da esfera celeste perpendicular ao Plano Horizontal do observador. (PUISSANT, livro I, 1819).

Z' observada sobre o instrumento. Conhecendo pois o arco ZZ'=S e Z'ζ=D teremos a hipotenusa do triângulo esférico retângulo Z Z' ζ pela equação $\cos Z \zeta = \cos S \cos D$.

Em consonância, esse modo de resolução de triângulos esféricos retângulos, inclusive utilizando mesmas fórmulas trigonométricas, podemos notar tanto no manuscrito do estudante da AM, parte exibida na figura 3, como na abordagem da publicação francesa do livro de Puissant (1819), no qual, especificamente no cap. II, à página 60, está registrado que se temos ABC um triângulo esférico retângulo em A, com lados a, b e c, ângulos internos A, B, e C, então:

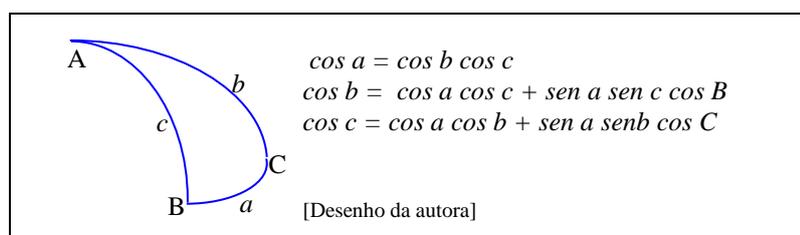


Figura 4.

É pertinente acrescentar que em um dos cálculos trigonométricos há a recorrência ao desenvolvimento em séries de Taylor e utilização de diferenciação. Em outra página do mesmo caderno de Oliveira (1814), na parte Nº 10, sobre o cálculo de posicionamento de astros também estão as indicações: “Veja o Tratado de de Geodésia por Puissant Tomo 1º pag. 300” (...). Logo a seguir, como indicação para os cálculos trigonométricos antecede a frase: “Pela Trigonometria de Legendre páginas 77 temos...”, o que sustenta o argumento de que as referidas obras serviam de base aos estudos. Ou seja, de algum modo as bases para os estudos na AM seguiam os desenvolvimentos e bases teóricas que estavam sendo veiculadas por obras européias, grande parte francesa, trazidas por intermédio dos colonizadores portugueses.

Da parte Nº 11, consta o título “Modo de formar uma carta geográfica”, de interesse também a engenheiros e geógrafos, em âmbito não somente nacionais, conforme destacado na parte historiográfica anterior. O que segue é uma descrição primeiramente do que sejam as divisões e traçados de meridianos, latitudes, longitudes, e azimutes terrestres, considerados como fundamentais para a obtenção de localizações nas demarcações pretendidas. Ainda ao final da primeira folha desta parte, é iniciada uma orientação de como obter o posicionamento de pontos sobre a superfície da Terra, que era uma necessidade primordial na constituição de mapeamentos que formavam uma carta geográfica.

Depois temos enunciadas situações de certos cálculos envolvendo esses traçados, inclusive com alguns desenhos. Cabe notar que na supracitada obra de Puissant (1819) há todo um capítulo, do livro terceiro, dedicado a formação das triangulações de Cartas Topográficas, para cálculo de posições geográficas de objetos terrestres ou sua distância relativa ao equador ou a um meridiano, computando latitudes e longitudes, o que exige trabalhar com triângulos esféricos e fórmulas trigonométricas.

Outra aproximação, que também encontramos no caderno de Oliveira (1814), na parte N° 12 (figura 5), à obra de Puissant (1819, p. 138), é uma tabela contendo dados de diversos locais no mundo, latitudes e suas medidas em segundos, resultante das elaborações de uma equipe de acadêmicos franceses, entre os quais podemos observar o nome do matemático Pierre Bouguer (1698-1758). Eles fizeram medidas bem precisas com um pêndulo de segundos em uma expedição ao Peru (devido à sua localização geográfica) e depois repetiram o mesmo método em Paris e outros lugares. O que mostra uma certa atualidade nas informações que chegavam aos lentes e alunos da AM.

Locais do mundo	Latitude	Comprimento do pêndulo de segundos em tempo médio	Nomes dos observadores
Equador	0,00	0,99669	Bouguer
Belo Horizonte	18,61	0,99689	Bouguer
Pondichéry	13,25	0,99710	Gentil
Jamaica	20,00	0,99745	Campall
Guayaquil	20,50	0,99728	Bouguer
V. Boa Esperança	37,69	0,99877	La Caille
Solna	59,54	0,99950	Parquier
Viena da Áustria	53,57	0,99987	Liebigier
Paris	54,26	1,00000	Bouguer
Götha	56,63	1,00006	Tach
Londres	57,33	1,00018	-----
Aringberg	64,72	1,00074	Grisham
Petersburg	66,60	1,00101	Mallet
Sapônia	74,22	1,00137	Andersson
Paris	74,53	1,00148	Mallet

Figura 5: Tabela de medidas. Fonte: Oliveira (1819)

4. A título de conclusão

Diante do que foi levantado e argumentado a partir dos indícios presentes na documentação obtida, temos a considerar que os estudos de Geodésia nos cursos superiores da AM no Brasil, nas primeiras décadas do século XIX, foram indicados pelo governo português devido a necessidade da formação de profissionais específicos (como engenheiros, geógrafos e topógrafos), que se fazia presente no contexto social para a construção de estradas, pontes, infraestrutura de minas, etc. Em âmbito científico, houve articulação com informações advindas de produções científicas européias, que foram estendidas aos lentes e estudantes com a adoção de matérias (disciplinas) e livros nos quais predominava *astronomia* e *geodésia* de modo mesclado, a partir de uma *geodésia geométrica* de base matemática, em conformidade com um dos ramos da Geodésia definidos por Lerma (1999).

Assim, em termos epistemológicos e diante dos resíduos das enunciações investigadas nos documentos, consideramos que a matemática nela utilizada estava alicerçada em objetos e significados da trigonometria esférica e em cálculos para medidas de ângulos e localizações, atualizadas para a época e de interesse central à astronomia ou a cálculos de coordenadas terrestres. Portanto, pode-se afirmar que a matemática ensinada e estudada nos cursos superiores da AM era também desmembrada em aplicações à cartografia, em especial ao método de triangularizações, com uso de tabelas de latitudes elaboradas em conjunto por equipe de pesquisadores internacionais e organizadas pela comunidade científica francesa em publicações, entre as quais algumas eram adquiridas para uso na instituição militar brasileira como recurso didático aos estudos da matéria de Geodésia.

Bibliografia

- CERTEAU, J. 2010. *A escrita da História*. Tradução de Maria de Lourdes Menezes. 2 ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária.
- CHERVEL, A. 1990. História das disciplinas escolares: reflexões sobre um campo de pesquisa. *Teoria & Educação*, 2, 177-229.
- KATZ, V. J. 1993. *A History of Mathematics: an introduction*. New York: Happer Collins College.
- LEGENDRE, A.M. 1802. *Éléments de Géométrie*. 4 ed. Paris. Disponível em <<https://gallica.bnf.fr/>>. Acesso em 13 jan. 2018.
- LERMA, M. J. S. 1999. *Introducción histórica a la Geodésia*. Publicación n. 193, Instituto de Astronomía y Geodésia, Facultad de Ciencias Matemáticas. Madrid: Universidad Complutense de Madrid.
- _____. 2012. Introducción Histórica a la Geodesia. *Revista de Investigación Pensamiento Matemático*, nº 2, abr. 2012, p. 1- 63.
- LINS, R. C. O Modelo dos Campos Semânticos: estabelecimento e notas de teorizações. In: ANGELO, C. L. et al (org.). *Modelo dos Campos Semânticos e Educação Matemática: 20 anos de história*. São Paulo: Midiograf, 2012. p.11-30.
- PESTANA, A. 2013. Elementos de Geodésia. Instituto Superior de Engenharia do Porto, Porto – PT. Disponível em: <<http://topografiasig.isep.ipp.pt/apontamentos/Apontamentos%20SIG/Textos/geodésia%20v213.pdf>>. Acesso em: 16 de dez. de 2013.
- PUISSANT, L. 1819. *Traité de Géodésia*. 10 ed. Disponível em <<https://gallica.bnf.fr/>>.jan. Acesso em 21 nov. 2017.
- ROZENBERG, I. M. 2006. *O Sistema Internacional de Unidades – SI*. 3 ed. São Paulo: Instituto Mauá de Tecnologia.
- SAD, Lígia Arantes. 2011. A formação e as contribuições das anotações de estudantes na Academia Militar (1810-1838). *Revista Brasileira de História da Matemática*. V. 11, n. 23, Anais IX SNHM, p.111-138.
- SANTOS, Jurandir. 2008. Matéria escolar ou disciplina escolar: uma reflexão sobre a instrução pré-militar no estado novo (1937-1945). VII Seminário de Pesquisa em Educação da Região Sul, Univali, Itajaí – SC.
- SARMENTO, C. E. 1997. *A medida do progresso: as elites imperiais e a adoção do sistema métrico no Brasil*. Rio de Janeiro: CPDOC. Disponível em <http://cpdoc.fgv.br/producao_intelectual/arq/1093.pdf>. Acesso em 12 mar. 2017.

TORGE, W. 2013. *Geodesy*. 3.rd. Berlin: Walter Gruyter.

VANÍČEK, P.; KRAKIWSKY, E. J. 1986. *Geodesy: the concepts*. Amsterdam, North-Holland: Publishing Company.

WUSSING, H.1998. *Lecciones de Historia de las Matemáticas*. Madrid: Siglo XXI.

Ligia Arantes Sad

Centro de Referência em Formação e Educação a
Distância – Cefor – Instituto Federal do Espírito
Santo – Ifes – Vitória – ES – Brasil

E-mail: aransadli@gmail.com