



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E
EDUCAÇÃO MATEMÁTICA**

DANILO WAGNER DE SOUZA GOMES GALDINO

**A HISTÓRIA DA MATEMÁTICA NOS SÉCULOS XVII E XVIII: UMA
ABORDAGEM A PARTIR DO CONCEITO DE PROCESSO CIVILIZADOR
DE NORBERT ELIAS**

**CAMPINA GRANDE - PB
2017**

DANILO WAGNER DE SOUZA GOMES GALDINO

**A HISTÓRIA DA MATEMÁTICA NOS SÉCULOS XVII E XVIII: UMA
ABORDAGEM A PARTIR DO CONCEITO DE PROCESSO CIVILIZADOR DE
NORBERT ELIAS**

Dissertação a ser apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Estadual da Paraíba, área de concentração em Educação Matemática, linha de pesquisa História e Filosofia das Ciências e da Matemática.

Orientador: Prof. Dr. José Lamartine da
Costa Barbosa

CAMPINA GRANDE – PB

2017

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

G149h Galdino, Danilo Wagner de Souza Gomes.
A História da matemática nos séculos XVII e XVIII
[manuscrito] : uma abordagem a partir do conceito de civilização
de Norbert Elias / Danilo Wagner de Souza Gomes Galdino. -
2017.
77 p. : il. color.

Digitado.
Dissertação (Mestrado Acadêmico em Ens. de Ciências e
Educação Matemática) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro
de Ciências e Tecnologia, 2017.
"Orientação: Prof. Dr. José Lamartine da Costa Barbosa,
Departamento de Matemática".

1. História da Matemática. 2. Processo civilizador. 3.
Sociologia da matemática. 4. Norbert Elias. I. Título.
21. ed. CDD 510.9

DANILO WAGNER DE SOUZA GOMES GALDINO

**A HISTÓRIA DA MATEMÁTICA NOS SÉCULOS XVII E XVIII: UMA
ABORDAGEM A PARTIR DO CONCEITO DE PROCESSO CIVILIZADOR DE
NORBERT ELIAS**

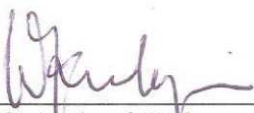
Dissertação de Mestrado, elaborada junto ao
Programa de Pós-Graduação em Ensino de
Ciências e Educação Matemática, para
obtenção do Título de Mestre em Ensino de
Ciências e Educação Matemática.

Aprovada: 17/05/2017

COMISSÃO EXAMINADORA



Prof. Dr. José Lamartine Barbosa (Orientador)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Dr. Wojciech Andrzej Kulesza (Membro externo)
Universidade Federal da Paraíba (UFPB)



Prof. Dr. Aníbal Menezes Maciel (Membro interno)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

**CAMPINA GRANDE - PB
2017**

Dedico este trabalho a vocês que sempre acreditaram que eu poderia realizar todos os meus sonhos e que trabalharam muito para que eu pudesse realizá-los, Deus, minha esposa, Ellen e meu filho, Daniel.

Aos meus professores, desde os que fizeram parte da minha vida escolar àqueles que contribuíram para minha formação acadêmica.

AGRADECIMENTOS

Não há nada que façamos ou que pretendemos fazer que a sua conclusão não possa estar repleta de contribuições recebidas no decorrer do caminho, muitas pessoas estiveram envolvidas nesse empreendimento de diferentes formas, entretanto é necessário expressar minha gratidão a primeira delas: o Criador de tudo que há, sem o qual nada podemos fazer nem alcançar absolutamente nada, o qual também foi motivador de muitos filósofos incluído aqueles que tratamos nesse estudo e a minha família, que em última análise foi a minha motivação maior.

Na verdade essa dissertação não se iniciou no PPGECEM, desde o término da graduação ela vinha sendo amadurecida e colocada como propósito e meta, desde as aulas de história da matemática com o professor Lamartine. Naquela época o interesse pela história da matemática começou a brotar como um desejo de compreender os fundamentos daquilo que vinha sendo estudado em disciplinas como o cálculo e álgebra linear, de fato, esse interesse era expresso pela curiosidade e busca de leituras que pudessem me dar as respostas que procurava, nessa caminhada todos os meus professores contribuíram de alguma forma, por isso gostaria de deixar clara a minha gratidão a todos eles.

Finalizada a graduação, alguns anos depois, em 2015, conclui o curso de especialização nessa mesma instituição, devido ao interesse predominante pela história da matemática optei pela temática no trabalho de conclusão de curso, e como fruto de algumas conversas com o professor Adeilson fui apresentado ao autor Norbert Elias, o qual parecia dialogar bem com a história da matemática, fica aqui também a ele meu agradecimento e reconhecimento.

Por fim, expresso minha admiração e gratidão a todos que fazem parte do programa e parabeniza-los pelo excelente trabalho, isso em todos os setores, desde secretaria até o corpo de professores, serei sempre grato a essa instituição que tanto contribui para a nossa sociedade.

No que respeita aos objetos considerados, há que procurar não o que os outros pensaram ou o que nós próprios suspeitamos, mas aquilo de que podemos ter uma intuição clara e evidente ou que podemos deduzir com certeza; de nenhum outro modo se adquire a ciência

René Descartes – Regra III

RESUMO

GALDINO, D. W. S. G. A HISTÓRIA DA MATEMÁTICA NOS SÉCULOS XVII E XVIII: UMA ABORDAGEM A PARTIR DO CONCEITO DE PROCESSO CIVILIZADOR DE NORBERT ELIAS. 2017. p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual da Paraíba – UEPB.

A matemática é uma das ciências basilares para o desenvolvimento da sociedade humana e uma de suas características enquanto ciência moderna é a sua capacidade de dialogar com várias outras áreas do conhecimento. Assim, a realização deste trabalho tem como objetivo principal relacionar a história da matemática a alguns possíveis condicionantes sociológicos a ela envolvidos nos séculos XVII e XVIII com base no conceito de processo civilizador de Norbert Elias. Para isto, como base numa pesquisa bibliográfica pertinente ao tema, tomamos o modelo de estudo do autor Norbert Elias, na sua obra “O Processo Civilizador”, a partir dos conceitos de civilização, figuração e interdependência, para demonstração do desenvolvimento da História da Matemática, principalmente nos países como a Alemanha, França e Inglaterra, países estes que foram o cenário de estudo para compreendermos o que viria a ser *civilização*, bem com onde se deram várias contribuições matemáticas importantes para a atualidade, como aqueles presentes na física newtoniana, o tratamento algébrico dado a geometria por parte de Descartes e o formalismo de Leibniz aplicado ao desenvolvimento do cálculo. Os fatos elencados neste estudo trouxeram à tona algumas contribuições matemáticas e suas relações com os contextos sociais de suas respectivas épocas.

Palavras-chave: História da Matemática. Processo civilizador. Aspectos sociológicos.

ABSTRACT

GALDINO, D. W. S. G. . THE HISTORY OF MATHEMATICS IN THE XVII AND XVIII CENTURIES: AN APPROACH FROM THE CONCEPT OF THE CIVILIZING PROCESS OF NORBERT ELIAS. 2017. p. Dissertation (Master's degree) – State University of Paraiba – UEPB.

Mathematics is one of the basic areas of knowledge for the development of human society and one of its characteristics is its ability to dialogue with several other areas of knowledge. Thus, the main purpose of this work is to relate the history of mathematics to some possible sociological factors involved in the XVII and XVIII centuries based on the concept of the civilizing process of Norbert Elias. For this, as a basis for a bibliographical research pertinent to the theme, we take the study model of the author Norbert Elias, in his work "The Civilizing Process", from the concepts of civilization, figuration and interdependence, to demonstrate the development of the History of Mathematics, Mainly in countries such as Germany, France and England, which were the study scenario to understand what would become civilization, as well as where several important mathematical contributions have been made today, such as those present in Newtonian physics, Algebraic treatment given by Descartes's geometry and Leibniz's formalism applied to the development of calculus. The facts listed in this study brought to the fore some mathematical contributions and their relations with the social contexts of their respective epochs.

Keywords: History of Mathematics. Civilizing process. Sociological aspects.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Gráfico apresentando o percentual de matemáticos em diversos países da Europa.	20
Figura 2: Matemáticos da Alemanha (em vermelho), França (em verde) e Inglaterra (em azul)	24
Figura 3: Currículo abordado no método jesuíta	35
Figura 4: Triângulo característico.....	61

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. METODOLOGIA.....	13
3. OS CONCEITOS RELACIONADOS AO PROCESSO CIVILIZADOR DE NORBERT ELIAS.....	18
3.1. CONCEITOS DE INTERDEPENDÊNCIA E FIGURAÇÃO.....	20
3.2. KULTUR E CIVILIZATION	24
4. SOCIOLOGIA DA MATEMÁTICA	27
5. OS CONCEITOS ELISIANOS E A HISTÓRIA DA MATEMÁTICA.....	34
5.1. DESCARTES.....	34
5.2. ISAAC NEWTON	41
5.3. LEIBNIZ	53
6. CONCLUSÃO	64
REFERÊNCIAS	66
APÊNDICE A – REGISTRO DAS VIAGENS DE RENÉ DESCARTES	68
APÊNDICE B – QUADRO DESCRITIVO DAS VIAGENS DE DESCARTES	69
APÊNDICE C – REGISTRO DAS VIAGENS DE ISAAC NEWTON.....	70
APÊNDICE D – QUADRO DESCRITIVO DAS VIAGENS DE ISAAC NEWTON.	71
APÊNDICE E – REGISTRO DAS VIAGENS DE LEIBNIZ.....	72
APÊNDICE F – QUADRO DESCRITIVO DAS VIAGENS DE LEIBNIZ.....	73
APÊNDICE G – NÚMERO DE MATEMÁTICOS CONHECIDOS ENTRE O INÍCIO DO SÉCULO XV E FINAL DO SÉCULO XX	74
APÊNDICE H – DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DO EXPERIMENTUM CRUCIS	75

1. INTRODUÇÃO

Uma das características da Matemática enquanto área de conhecimento é a sua capacidade de dialogar com várias outras áreas do conhecimento, de maneira a contribuir significativamente na compreensão dos fatos do cotidiano e da vida em geral, refiro-me nesse caso, aos modelos matemáticos que, em sua essência, é a maneira matemática de descrever determinadas situações. Isto pode estar relacionado a outros campos de investigação científica como, por exemplo, à História, à Filosofia e à Sociologia, de modo a perceber a inter-relação entre os modelos proposto nos estudos da Matemática e as situações humanas e históricas a eles envolvidos para o seu desenvolvimento e mudança.

Desde a graduação a história da matemática se mostrou uma área de interesse, principalmente pelo fato de que é por seu intermédio que podemos desvendar muitos dos mitos que a cercam, suas motivações e quais as suas contribuições para a sociedade, e de maneira inversa, como a sociedade pôde contribuir para o seu direcionamento. Muitas discussões nesse sentido eram fomentadas nas aulas da disciplina de história da matemática ministradas pelo professor Dr. Lamartine, de fato, eram discussões interessantes e que foram um fator determinante para o interesse nessa área e refletindo diretamente na minha prática pedagógica por meio de aulas que proporcionassem o contato do aluno com a realidade histórica e social subjacente aos conhecimentos matemáticos.

Sabemos que todo conhecimento tem traços dos contextos sociais os quais está inserido, mesmo que indiretamente, entretanto afirmar que as motivações sociais por traz do desenvolvimento matemático se esgotam nas suas aplicações econômicas ou nos trabalhos burocráticos, como os censos realizados em diferentes povos, torna a discussão restrita. Dessa forma, como maneira de explorar melhor a relação entre a sociologia e a história da matemática propomos nesse trabalho um diálogo com a sociologia de Norbert Elias, já que propõe uma análise em que não haja uma dicotomia entre o indivíduo e a sociedade, mas que sejam consideradas as suas interações. Por outro lado, o autor não nega a individualidade, ou seja, aquilo que é próprio de cada um, fugindo dessa forma de um coletivismo.

Considerando a matemática uma das grandes expressões humanas, é possível encontrar na sociologia explicações para sua história e desenvolvimento, quanto a isso, foi em meio a um curso de especialização na Universidade Estadual de Paraíba, durante alguns diálogos com o Prof. Adeilson que tive a oportunidade de ser apresentado a Norbert Elias, autor que por sua

vez, concordava em muito com a visão que eu havia adquirido no período de graduação e que motivou-me fortemente a pesquisar a correlação entre essas duas áreas, a história de matemática e a sociologia.

Na realização desse trabalho temos como objetivo principal relacionar a história da matemática e alguns possíveis condicionantes sociológicos e históricos a eles envolvidos para a constituição do conhecimento matemático entre os séculos XVII e XVIII com base na sociologia de Norbert Elias. Ainda temos como intenção, descrever e apresentar as relações entre o interesse matemático de alguns personagens da matemática na Alemanha, Inglaterra e França e a sociedade vigente. Para tanto, tomamos a sociologia de Norbert Elias, através dos termos e conceitos utilizados no seu livro *O Processo Civilizador*, como esboço sociológico e histórico capaz de demonstrar a estreita relação entre os contextos sociais que influenciaram na construção dos modelos matemáticos desenvolvidos na história.

Além da matemática ter um papel fundamental no desenvolvimento econômico da Alemanha por meio de alguns nomes como o de Leibniz, ela exerceu um papel importante também como uma das principais expressões de desenvolvimento do pensamento humano contribuindo diretamente para a compreensão dos fenômenos de ordem natural permitindo que sejam compreendidos a partir de uma visão não apenas filosófica, mas observando e constatando padrões que são necessários para análises futuras com o intuito de uma melhor adequação do homem ao meio em que vive.

De uma maneira geral, isto também é percebido e bem delineado no estudo da física, ou ainda, mesmo podemos perceber na própria história e geografia através do desenvolvimento de métodos mais eficazes para a confecção de mapas que melhor retratassem a realidade, permitindo ao homem romper com os limites impostos pelo oceano e assim contribuindo para o processo de civilização.

Assim, buscamos trazer antes de tudo o conceito de *figuração* e *interdependência*¹ e quanto ao conceito de *civilização*, nos detemos naqueles apresentados por Elias, que são: *Civilization* por parte da França e Inglaterra e *Kultur*² por parte da Alemanha. Vale evidenciar que o termo *civilização* não tem vínculos com aquilo que definimos como certo ou errado. Já

¹ A interdependência é um estado constante no qual os indivíduos estão submetidos onde torna-se impossível uma existência absolutamente individual, a construção dessa rede inevitável de relações uns com os outros gera determinadas configurações (modos de existência ou conjunto de “regras”), nos grupos.

² O conceito alemão de civilização, Kultur, diz respeito a fatos intelectuais, morais ou sociais, enquanto que o conceito francês, civilization, remete-se a econômicos, religiosos ou técnicos, morais ou sociais. (ELIAS, 1990)

quanto ao aumento da diferenciação ocupacional (que também faz parte desse processo) percebemos certo nível de especificidade quanto às áreas de conhecimento, e certo pensamento cartesiano o qual tem como base um pensamento lógico e com estrutura advinda da própria matemática.

Além disso, boa parte dos grandes nomes da matemática que viveram entre os séculos XVII e XVIII tem sua origem em uma dessas três nações: Alemanha, França ou Inglaterra, o que justifica o motivo de nos determos especificamente nesses países, embora esse fato surgira a relação entre o desenvolvimento matemático e o processo civilizador. Este poderá ser objeto de um trabalho posterior, pelo simples fato de demandar uma leitura mais profunda sobre os temas.

Após os esclarecimentos acima, trazemos fatores influenciadores de alguns relevantes avanços e contribuições matemáticas e físicas oriundos da Alemanha, França e Inglaterra nesse período a fim de percebermos um pouco daquilo que constituiu uma grande transição entre o modo de pensar matemático dos antigos gregos nessa área de conhecimento e o desenvolvimento da álgebra.

Para tanto, organizamos este trabalho da seguinte forma. Na segunda seção é apresentada a metodologia adotada, onde descrevemos os fundamentos teóricos necessários ao trabalho, como os aspectos mais relevantes da sociologia de Norbert Elias para a pesquisa e dos fatos históricos relevantes, descrevemos o tipo de pesquisa a qual tratamos, a construção do problema proposto e de que forma chegamos a sua solução.

Nos terceiras e quartas seções descrevemos, respectivamente, com mais detalhes o significado de civilização, interdependência e figuração, conceitos chave de Norbert Elias que serviram de base para a pesquisa, e algumas considerações acerca da filosofia da matemática.

A quarta seção foi dedicada a sociologia da matemática, na qual expomos alguns aspectos da sociologia aplicados a história da matemática, e finalmente, as três últimas seções são dedicadas especificamente aos personagens René Descartes, Isaac Newton e Leibniz

Descrevemos a seguir o método utilizado para construir o diálogo entre a sociologia e a história da matemática, bem como a fundamentação teórica que foi utilizada.

2. METODOLOGIA

Estabelecer relações entre a matemática e outras áreas do conhecimento tidas como opostas a ela, como por exemplo a sociologia, é uma tarefa que exige cautela e um embasamento teórico sólido que nos permitam fazer inferências plausíveis no que se refere a esse diálogo, as quais em momentos posteriores, poderão servir de esteio para que futuros trabalhos consolidem cada vez mais o viés sociológico da história da matemática. Social, no sentido de compreendê-la como uma realização humana que está, através da história, relacionada aos seus respectivos contextos, nos indicando que seu desenvolvimento está muitas vezes atrelado a necessidades específicas da sociedade. Como por exemplo, as de natureza estatística ou tributária como aquela desenvolvida no Egito e Mesopotâmia, embora não apenas a estas.

A quantificação e o registro de bens levaram ao desenvolvimento de sistemas de medida, empregados e aperfeiçoados pelos escribas, ou seja, pelos responsáveis pela administração do Egito. Esses profissionais eram importantes para assegurar a coleta e a distribuição dos insumos, mas também para garantir a formação de novos escribas. Os papiros matemáticos se inserem nessa tradição pedagógica e contêm problemas e soluções preparados por eles para antecipar as situações que os mais jovens poderiam encontrar no futuro (ROQUE, 2012, p. 27).

Dessa forma, a matemática se mostra presente na história da humanidade, constituindo-se fator essencial no desenvolvimento humano, e especificamente no processo civilizador, teoria na qual se afirma que a maneira como a sociedade ocidental enxerga-se a si mesma em relação as demais incluindo sua consciência nacional é o que a classifica como civilizada ou não (ELIAS, 1990). Esse conceito por outro lado está baseada em outros dois, os quais constitui o norte para esse trabalho, o de interdependência e figuração.

A rede de interdependências entre os seres humanos é o que os liga. Elas formam o nexo do que aqui é chamado de configuração, ou seja, uma estrutura de pessoas mutuamente orientadas e dependentes. (ELIAS, 1994. p.249).

Considerando então que nosso objeto de pesquisa configura-se na relação de três personagens da história da matemática com a sociologia, é coerente que optemos por uma metodologia de pesquisa do tipo bibliográfica e historiográfica, pois estamos a investigar fatos

históricos da matemática paralelamente a conceitos pertencentes a sociologia. Para tanto, buscamos nos distanciar da simples narrativa dos fatos elaboradas por outros e de anacronismos, priorizando fontes originais, tentando reproduzir ao máximo a realidade social vigente, nos proporcionando assim uma compreensão mais próxima da realidade. Tal procedimento permite uma maior isenção de erros comuns, como o de desconsiderar as reais motivações dos matemáticos para a produção de conhecimento. Assim, nossa busca consiste em compreender essa relação, porém de maneira que nos afastemos do risco de fazer afirmações precipitadas, considerando para isso, sempre que possível, apenas aquilo que fora dito diretamente pelos personagens aqui mencionados.

Portanto, nossa pesquisa foi predominantemente documental e bibliográfica: documental, por termos buscado, sempre que possível, fontes primárias, muitas delas sem um tratamento científico como correspondências, servindo basicamente para compreendermos a essência do pensamento dos seus autores e seus relacionamentos com outros indivíduos, e bibliográfica por buscarmos também fontes já aprovadas pelo crivo científico.

Assim, nos distanciamos, também, de uma abordagem internalista, ou seja, não pretendemos investigar a história da matemática apenas e exclusivamente a partir dos seus objetos, mas a fatores subjacentes a estes, sejam eles filosóficos ou referentes aos contextos sociais, incluindo as influências de instituições como a família e de ensino.

Partimos, portanto, da premissa de que ambos os campos do conhecimento (história da matemática e sociologia) guardam em si uma profunda relação, já que segundo Norbert Elias é impossível conceber a existência de uma dicotomia entre o indivíduo e a sociedade (ELIAS, 1990), ou seja, não é possível pensar no indivíduo, e conseqüentemente em suas realizações, sem que consideremos as constantes relações que este constrói com o grupo no qual está inserido, tornando-se imperativo que para conseguir compreender suas ações é necessário antes considerar o conjunto de iterações dele com o seu meio.

Uma vez confirmado o fato dos indivíduos serem concebidos a partir de suas relações com os demais, isto do ponto de vista sociológico, é natural que aquilo que realizam também sofra influências dessas relações, incluindo a matemática. Nos propomos então a explorar e descobrir as motivações envolvidas no processo de construção da matemática na Alemanha, França e Inglaterra a partir do século XVII. A justificativa para a escolha dessas nações apoia-se no fato de Norbert Elias extrair os conceitos de civilização a partir de uma análise histórica delas (Elias, 1990), buscamos também compreender o quanto essas diferentes concepções influenciaram o desenvolvimento matemático.

A Alemanha, por exemplo, dentro do período que nos propomos explorar sofria as consequências da Guerra dos Trinta anos: um país dividido, sem identidade e pobre em comparação a outros países europeus. Tal situação foi determinante para estabelecer ainda mais o seu conceito de civilização (Kultur), e consequentemente influenciando o desenvolvimento científico dessa nação.

Para começar, há o despovoamento e a pavorosa devastação econômica do país após a Guerra dos Trinta Anos. No século XVII, e ainda mesmo no século XVIII, a Alemanha e, em particular, a burguesia alemã são pobres em comparação com os padrões francês e inglês. O comércio, em especial o comércio externo que fora altamente desenvolvido em partes do país no século XVI, está em ruínas. Desmoronou a imensa riqueza das grandes casas mercantis, parcialmente devido a mudança nas rotas de comércio devido a descoberta de novas terras no ultramar e, até certo ponto, em consequência do longo caos da guerra. O que sobra é uma burguesia de pequenas cidades, de horizontes estreitos, vivendo basicamente do atendimento de necessidades locais (ELIAS, p.29, 1990).

Entretanto, além dos aspectos sociais envolvidos no desenvolvimento matemático, algo amplamente discutido, tomamos como estratégia para a obtenção do objetivo desse trabalho recorrer ao diálogo entre a história e a sociologia, pois acreditamos que, ao descobrirmos o motivo da busca do conhecimento matemático estamos também, encontrando a relação entre a sua descoberta e seu contexto social, já que são nos motivos que repousam os anseios e as particularidades do indivíduo, é na motivação que os reais desejos são explicitados, e esta motivação uma vez compreendida nos permitirá compreender o indivíduo e suas relações com a sociedade, e como elas (as motivações) interferem diretamente nas suas ações e realizações.

Tais motivações, por outro lado, podem ser identificadas ao analisarmos as raízes filosóficas que orientaram o pensamento dos matemáticos que nos propusemos à reflexão sobre suas práticas, e contribuições, podendo inclusive em determinados momentos sugerir divergências, como por exemplo, o modo de conceber o mundo ao qual Platão era adepto, o qual via a realidade não naquilo que poderia ser captado por nossos sentidos, mas transcendente, constituindo um contraponto com o pensamento de Elias no qual o homem não poderia ser visto como desvinculado da sociedade, levantando uma questão digna de reflexão: Se estamos em total estado de interdependência uns com os outros, o que inclui obviamente aquilo que pensamos, o nosso ser propriamente dito, e sendo dele que procedem nossas realizações intelectuais, como podemos, por outro lado, conceber um produto totalmente independente da realidade dos sentidos?

Dessa forma, se elegermos como parte integrante desse trabalho as motivações envolvidas na história da matemática, não apenas em nível de sociedade, mas individualmente, é necessário recorrer em alguns momentos a psicologia social já que nesse caso a análise das atitudes são fatores determinantes para compreender o que exatamente os levou a eleger a matemática como área de atuação:

Atitudes se formam durante nosso processo de socialização. Elas decorrem de processos comuns de aprendizagem (reforço e modelagem); podem surgir em atendimento a certas funções; são consequências de características individuais de personalidade ou de determinantes sociais; e ainda podem se formar em consequência de processos cognitivos (busca de equilíbrio, busca de consonância). (ASSMAR, 2009, p.81)

Portanto, nossa pretensão nesse trabalho foi descrever as possíveis relações entre a história da matemática e a teoria elisiana³, compreendendo de que maneira as relações individuais de alguns matemáticos e os contextos histórico-sociais na quais viveram influenciaram no seu pensamento, apesar de até certo ponto a afirmação de dependência entre os indivíduos na formação da sociedade parecer óbvia, descrevemos os conceitos de Norbert Elias que a corroboram. Fica evidente então que a natureza dos dados que foram coletados não é quantitativa.

Fundamentamo-nos, portanto, em uma revisão bibliográfica desse autor, apresentando suas definições e conceitos sociológicos que sejam pertinentes ao trabalho, quanto aos trabalhos matemáticos em fontes documentais tanto primárias quanto secundárias, buscando preferencialmente as primárias, por nos fornecer um panorama que mais se aproxime da realidade e dos contextos em questão, e também por estarem mais isentas de possíveis interpretações equivocadas. Por fim buscamos compreender suas relações com a sociedade a partir desses escritos, ou seja, as fontes primárias e secundárias nos deram a matéria prima para a análise e a psicologia social nos permitiu fazer as devidas inferências sobre o que exatamente motivou tais matemáticos e até que ponto as influências sociais estão presentes no seu comportamento no que se refere as suas contribuições na matemática.

³ A teoria que explica tal processo foi desenvolvida pelo sociólogo polonês Norbert Elias (1897-1990), nela o teórico descreve como se deu o processo de civilização, incluindo a discussão do que é ser civilizado e quais seus motivos que poderiam levar um grupo de um patamar não civilizado para civilizado. O autor Carlos Fonseca Brandão, em seu livro “Norbert Elias: Formação, educação e emoções no processo civilizador” traz uma descrição sucinta e clara dessa teoria.

As manifestações comportamentais superiores (expectativa, pensamento, julgamento, processamento de informação, etc.) são desencadeados pelo processo de interação e caracterizam o que convencionalmente chamamos de pensamento social (ASSMAR, 2009, p. 14).

No primeiro momento da pesquisa apresentamos um levantamento dos principais conceitos da teoria elisiana no que se refere ao processo civilizador, ou seja, os conceitos de figuração, interdependência, Kultur e Civilization, os quais discutimos e que servem de fundamento para compreender as dinâmicas sociais, as relações entre os indivíduos e os demais que o cercam e, conseqüentemente suas possíveis relações com o desenvolvimento matemático.

Para compreendermos as relações entre os matemáticos e a sociedade na qual estavam é necessário buscarmos, preferencialmente, fontes primárias ou qualquer outra que possa nos fornecer dados sobre seus costumes, personalidade e motivações, é fundamental que tenhamos um panorama geral de suas vidas, relações e realidades sociais de seus países, no entanto tais informações, por si só, provavelmente não são suficientes sem o auxílio de ferramentas que nos proporcionem uma interpretação segura dos fatos que são elencados.

Nosso objeto de pesquisa, requereu, portanto, uma abordagem interdisciplinar. Para que chegássemos as respostas para as nossas questões foi necessário desenvolver um diálogo entre a história da matemática e sociologia, seguindo o seguinte raciocínio: Relacionamos os fatos relatados na história da matemática à teoria elisiana, que é abordada na próxima seção, analisando essa relação e identificando até onde as influências sociais se fizeram presentes nas realizações matemáticas.

3. OS CONCEITOS RELACIONADOS AO PROCESSO CIVILIZADOR DE NORBERT ELIAS

O conceito ou ideia de *civilização* não é algo simples de se descrever, primeiro por ser relativo, já que aquilo que conhecemos como *civilizado*, séculos atrás, do nosso ponto de vista poderia ter uma aparência totalmente contrária ao nosso senso de civilização, isso nos mostra também que é algo mutável ao longo do tempo; ressaltemos que a palavra *mutável* não deve ser confundida com *desenvolvido*, esta última nos dá uma ideia de evolução, o que não é o caso. Ou seja, não se evolui no que diz respeito à civilização, mas sim são adquiridos novos olhares e comportamentos e estão relacionados também ao controle das emoções como diz Brandão:

É de fundamental importância entendermos que essa ideia está ligada diretamente a autoimagem que determinado grupo tem de si mesmo (no caso o Ocidente), o que o diferencia dos demais no que se refere aos costumes e ao desenvolvimento em diversas áreas, isto deixa transparecer certa *superioridade* em relação aos demais. Logo, segundo o autor, o desenvolvimento matemático não implica em um avanço civilizatório se aplicado esse olhar a outros povos. Do contrário, muitos povos do oriente, extremamente avançados matematicamente estariam dentro dessa definição. O contrário, entretanto, é verdade, o avanço matemático pode servir de referência para verificar o nível de civilização de um país.

Este conceito expressa a consciência que o ocidente tem de si mesmo. Poderíamos até dizer: a consciência nacional. Ele resume tudo em que a sociedade dos últimos dois ou três séculos se julga superior a sociedades mais antigas ou a sociedades contemporâneas mais “primitivas” (ELIAS, 1990, p.23).

A fim de evitar questões desnecessárias do ponto de vista do objetivo desse trabalho, consideremos a Matemática dentro do contexto histórico definido por Elias ao propor esses dois conceitos para o significado de civilização, ou seja, século XVII e XVIII.

Outro ponto que deve ser destacado é o fato da palavra *Civilização* adquirir conceitos diferentes, mais especificamente consideremos que do ponto de vista dos ingleses e franceses, esse significado é relacionando ao progresso, realizações na área política, econômica dentre outras, por outro lado temos a tradição alemã que leva em consideração o desenvolvimento do homem em si, tratando do conceito de *Kultur*, em paralelo ao dos franceses e ingleses, que abordam a dimensão da arte ou da religião, por exemplo, como dimensões constitutivas da vida e do conhecimento de uma nação e suas realizações internas.

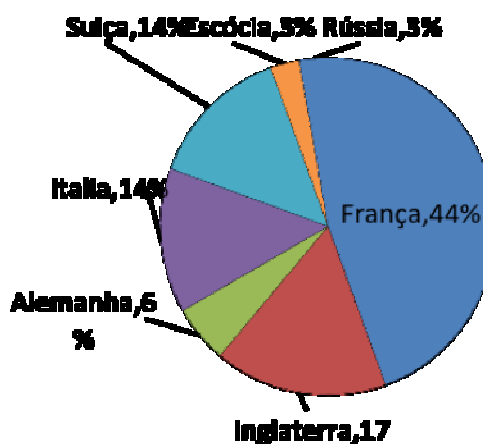
O conceito francês e inglês de civilização pode se referir a fatos políticos ou econômicos, religiosos ou técnicos, morais ou sociais. O conceito alemão de Kultur alude basicamente a fatos intelectuais, artísticos e religiosos e apresenta tendência de traçar uma nítida linha divisória entre fatos deste tipo, por um lado, e fatos políticos, econômicos e sociais, por outro (ELIAS, 1990, p.24).

Do ponto de vista francês e inglês torna-se clara essa relação ao observarmos a maneira como a matemática era utilizada e a origem de certos conceitos onde muitos deles, senão todos, tinha uma motivação prática que visava a resolução de problemas cotidianos, principalmente na geometria, e a desenvolvimento do cálculo infinitesimal, fundamental para descrever grande parte dos fenômenos físicos, ou seja, a maneira de enxergar o que é ser civilizado pelos ingleses e franceses estava relacionado com a matemática desenvolvida, ou seja, desenvolvimento técnico, já que tinha um caráter bastante prático, basta tomar como exemplo a relação feita entre problemas geométricos e a álgebra por René Descartes, o qual buscava compreender melhor os fenômenos reflexivos.

Todavia, objetivo deste trabalho não reside em encontrarmos a relação estreita entre o desenvolvimento do conhecimento matemático e o conceito de civilização elaborado por Norbert Elias, pois isso requeria um estudo bem mais aprofundado a fim de identificá-las; porém é notório que nesse período, na França, Alemanha e Inglaterra, nesses países em específico, houve um grande crescimento na produção de conhecimento matemático, como podemos ver abaixo, e esse sim é o nosso objetivo central, demonstrar desenvolvimento da matemática e, por vezes, o cenário social e histórico nos quais foram construídos.

Devemos considerar que a maior parte dos matemáticos oriundos da Europa, eram em sua maioria da França ou da Inglaterra e em pequena parte da Alemanha, esse fato nos leva a crer que a ideia desses países quanto civilização estavam associados aos seus respectivos desenvolvimentos matemáticos, quanto maior a importância dada aos aspectos técnicos e científicos, maior o avanço matemático. A figura 1, abaixo, nos mostra essa diferença entre alguns países europeus.

Figura 1: Gráfico apresentando o percentual de matemáticos em diversos países da Europa.



Fonte: GARBI (2011, p. 459)

3.1. CONCEITOS DE INTERDEPENDÊNCIA E FIGURAÇÃO

A teoria elisiana nos mostra uma concepção integral da sociedade, a pesquisa desse autor tem como característica principal a busca de uma visão do todo, no qual o indivíduo e a sociedade não são vistos como partes isoladas, e mais, os indivíduos permanecem em constante estado de vinculação, o que é conceituado por Elias (1990) como *interdependência*, formando sua personalidade e individualidade a partir das muitas interações com outros indivíduos e instituições. Tais relações, por sua vez produzem um padrão social, um conjunto de maneiras de agir próprias de determinado grupo, é o que o autor denomina de *figurações*.

Para o desenvolvimento de tal teoria, o autor tomou como base a análise histórica de alguns países europeus onde pôde constatar que o conceito de civilização diferenciava-se em relação aos outros, por exemplo, na França e Inglaterra essa ideia (expressa pelo termo *Civilization*) estava relacionada ao desenvolvimento tecnológico, o que pode explicar o fato de a maioria dos matemáticos entre os séculos XVI e XVIII terem sua origem nesses países, e aqueles de nacionalidades diferentes tiveram em algum momento de suas vidas contato com os referidos países, como é o caso de Leibniz, o qual obteve avanços na matemática exatamente após ter se deslocado para a França, o mesmo provavelmente não teria obtido êxito caso permanecesse na Alemanha (o termo utilizado aqui é *Kultur*), o qual fomentava uma ideia de civilização baseada na busca por sua identidade como nação, consequências da Guerra dos Trinta Anos, deixando em segundo plano realizações de ordem técnica e científica.

Civilização significa, entre outras coisas, uma mudança no patamar de controle das emoções, no sentido de que o homem, e as sociedades por

ele formadas, caminham progressivamente, mas não inexoravelmente, para um controle, tanto mais rígido quanto menos explícitos (ELIAS, 2003, p. 85).

Podemos então concluir que existe uma relação entre esses conceitos de civilização de cada nação e os respectivos desenvolvimentos no campo da matemática, em virtude de todos estarmos em uma constante relação com o meio e este, de certa forma, influenciar nossas ações, interesses e objetivos, embora seja necessário frisar que isso não significa afirmar que não há um fator pessoal definido pela forma como lidamos com as diferentes tensões e situações enfrentadas nos ambientes em que vivemos.

Cada pessoa parte de uma posição única em sua rede de relações e atravessa uma história singular até chegar à morte. Mas as diferenças entre os rumos seguidos por diferentes indivíduos, entre as situações e funções por que eles passam no curso de sua vida, são menos numerosas nas sociedades mais simples do que nas complexas. E o grau de individualização dos adultos nestas últimas sociedades consoantemente maior (ELIAS 1994, p. 27).

Tendo em vista que a concepção do processo civilizador de Norbert Elias foi baseada principalmente a partir das sociedades francesa, alemã e inglesa, optamos por escolher os maiores nomes da matemática entre os séculos XVI e XVIII como representantes desses países, como objeto de estudo, a saber: Leibniz, Newton e Descartes, a escolha também teve como critério a vasta literatura referente a esses personagens, dois deles, inclusive citados pelo autor em suas obras e o fato de o maior número de matemáticos da Europa serem oriundos desses países.

Sobre o outro conceito que trabalhamos neste estudo, o de *figuração*, e para que haja uma boa compreensão do que venha a ser, devemos ter em mente que estruturas complexas e integradas de sociedade são derivadas de estruturas mais simples e menos integradas e que, para se compreender essa constituição do mais simples para o mais complexo, é necessário certo distanciamento do observador no que diz respeito a sua integração com o meio observado. Isto, por vezes, acontece no desenvolvimento do conhecimento matemático também.

É importante observarmos que a partir dessas interações entre os indivíduos, foi desenvolvido por Elias (1990) o conceito de *interdependência* o qual afirma que obrigatoriamente há a dependência entre os indivíduos e que comportamentos, mesmo que propositais, influenciarão os outros ao nosso redor produzindo outros comportamentos que, por

mais que planejemos estarão além do nosso controle, em outras palavras, nossas ações premeditadas produzirão reações as quais não podemos prever em um nível geral.

A sociedade ocidental nem sempre apresentou o mesmo comportamento que apresenta hoje, é evidente que se fôssemos transportados para o período medieval muitos dos comportamentos seriam execrados por nós. Essa mudança de comportamento evidenciada ao longo de anos nos mostra ter havido um processo que os levou ao que chamamos de civilização, vale ressaltar mais uma vez que esse processo, segundo o autor, não foi (nem é) de maneira alguma premeditado, não é possível prever quais configurações uma sociedade terá partindo de ações individuais.

Para Norbert Elias um dos principais fatores para o processo civilizador é a autoimagem que o homem forma de si mesmo, e esta por sua vez, surge com maior evidência em um período de grande desenvolvimento científico, a renascença, o qual por sua vez, está associado ao controle das emoções ou auto regulação.

Podemos saber que as formas que conhecemos de autoconsciência, a imagem que fazemos do homem, tiveram uma emergência tardia na história da humanidade, começando lentamente e por um breve período se limitando a pequenos círculos da sociedade antiga, para depois, no chamado renascimento, afetar as sociedades ocidentais (ELIAS, p. 81).

Mais que isso, essa capacidade de auto regulação frente aos demais constitui algo inerente ao ser humano, o autor nos traz um exemplo desse fato ilustrando-o por meio das relações econômicas que constituímos:

Quando parecem fazê-lo [atividades econômicas], isso se dá, tanto quanto hoje podemos perceber, com base numa predisposição mais ou menos automática, inata ou instintiva de suas vias de auto regulação. [...] As redes econômicas, no sentido humano, surgem apenas porque a auto regulação humana em relação a outras coisas e seres não está automaticamente restrita, em igual medida a canais estreitos (ELIAS, 1994, p.43).

Por outro lado essa autoimagem formada precede a ideia de indivíduo, esse conceito que por sua vez não tinha uma definição própria na língua latina clássica, isso porque não havia uma concepção do *eu* desprovido daquele grupo do qual se fazia parte, apenas posteriormente é que tal diferenciação foi estabelecida, tanto que aquilo que poderíamos compreender como próprio do indivíduo é limitado pela rede de relações já estabelecidas antes dele, nascemos em um contexto já estabelecido, tais relações por sua vez passam a fazer parte de nós. Podemos afirmar que o grau de individualidade é delimitado também em função dessas relações, podendo

ser em maior ou em menor grau, porém nunca nulo, ou seja, o autor não defende um total coletivismo, nem tampouco o indivíduo isolado.

Justamente o que caracteriza o lugar do indivíduo em sua sociedade é que a natureza e a extensão da margem de decisão que lhe é acessível dependem da estrutura e da constelação histórica da sociedade em que ele vive e age (ELIAS, p. 49).

Dessa forma, o grau de complexidade de uma sociedade está relacionado ao número de possibilidades de escolhas que cada um tem no decorrer de sua vida, quanto maior esse número, mais complexa será a sociedade

Cada pessoa parte de uma posição única em sua rede de relações e atravessa uma história singular até chegar à morte. Mas as diferenças entre os rumos seguidos por diferentes indivíduos, entre as situações e funções por que eles passam no curso de sua vida, são menos numerosas nas sociedades mais simples do que nas complexas. E o grau de individualização dos adultos nestas últimas sociedades é consoantemente maior (ELIAS, p. 27).

E é esse conjunto de relações, numerosas ou não, e a natureza delas que determina a personalidade de cada um:

Do mesmo modo, as ideias, convicções, afetos, necessidades e traços de caráter produzem-se no indivíduo mediante a interação com os outros [...] É a ordem desse entrelaçamento incessante e sem começo que determina a natureza e a forma do ser humano individual (ELIAS, p. 36).

As nações europeias já haviam atingido um alto grau de complexidade, abrindo portanto a possibilidade de escolhas para o indivíduo, isso nos indica que quanto maior tal complexidade maior o desenvolvimento matemático, ou ao menos sua possibilidade, de fato, é perceptível um grande aumento na produção de conhecimento matemático entre os séculos XV e XX (ver anexo 3), exatamente onde é verificado uma auto grau de complexidade das relações.

Conseguimos verificar tal fato ao analisar a quantidade de personagens associados ao desenvolvimento matemático na Europa, principalmente na Alemanha, França e Inglaterra, óbvio que outros países tiveram suas representações, mas conforme a proposta da pesquisa fomos restritos, sendo assim, na figura 2 apresentamos o mapeamento dos locais de nascimento dos matemáticos mais conhecidos entre os séculos XVI e XVIII nesses países.

Observamos que a minoria deles tiveram origem na Alemanha, enquanto que a maioria veio da França, e em segundo Inglaterra, esse fato guarda alguma relação com o conceito de civilização desta nação o qual iremos discorrer mais à frente quando iremos abordar especificamente os casos de Descartes, Newton e Leibniz.

Figura 2: Mapa da Europa com a localização de alguns matemáticos da Alemanha (em vermelho), França (em verde) e Inglaterra (em azul)



Fonte: Produção própria

3.2. KULTUR E CIVILIZATION

É importante entendermos que essa ideia está ligada diretamente a autoimagem que determinado grupo tem de si mesmo (no caso o Ocidente), o que o diferencia dos demais no que se refere aos costumes e ao desenvolvimento em diversas áreas, isto deixa transparecer certa “superioridade” aos demais. Logo, segundo o autor, o desenvolvimento matemático não implica em um avanço civilizatório se aplicado esse olhar a outros povos.

Devemos atentar para o fato da palavra *Civilização* adquirir conceitos diferentes, mais especificamente consideremos que o ponto de vista dos ingleses e franceses abordar esse significado relacionando-o a progresso, realizações na área política, econômica dentre outras. Diferentemente temos a tradição alemã que levam em consideração o desenvolvimento do homem em si, tratando do conceito de *Kultur*, em paralelo ao dos franceses e ingleses, que aborda a dimensão da arte ou da religião, por exemplo, como dimensões constitutivas da vida e do conhecimento de uma nação e suas realizações internas.

O conceito francês e inglês de civilização pode se referir a fatos políticos ou econômicos, religiosos ou técnicos, morais ou sociais. O conceito alemão de *Kultur* alude basicamente a fatos intelectuais, artísticos e religiosos e apresenta tendência de tratar uma nítida linha divisória entre fatos deste tipo, por um lado, e fatos políticos, econômicos e sociais, por outro (ELIAS, 1990, p.24).

Do ponto de vista francês e inglês torna-se clara essa relação ao observarmos a maneira como a matemática era utilizada e a origem de certos conceitos onde muitos deles, senão todos, tinham uma motivação prática que visava a resolução de problemas cotidianos principalmente na geometria, isso sem falar do desenvolvimento do conceito dos números que tinha como problema gerador a necessidade de comparar quantidade a fim de avaliar certas situações de

perigo, e a evolução dela até o cálculo infinitesimal, fundamental para descrever grande parte dos fenômenos físicos.

Já do ponto de vista da concepção alemã temos também a matemática grega, que através de Pitágoras tinha um caráter quase que religioso e artístico, expressado, por exemplo por meio do conceito da proporção Áurea, utilizado até hoje como referência para certas construções geométricas e de estética.

É notório que nesse período, nesses países em específico, houve um grande crescimento na produção de conhecimento matemático considerando em conjunto a França, Alemanha e Inglaterra, como podemos ver abaixo, e esse sim é o nosso objetivo central, demonstrar desenvolvimento da matemática e, por vezes, o cenário social e histórico nos quais foram construídos.

Devemos responder a seguinte questão: Todos os nomes da matemática aqui mencionados demonstraram interesses por áreas tidas como opostas? Se afirmativo, quais essas áreas? E quais delas eram comuns a eles? Essas questões são importantes pois estaremos analisando os contextos nos quais tais homens viveram, já que a arte e a ciência, por exemplo, eram até certo ponto, consequências dos contextos sociais; seus interesses, nesse caso verificaremos a interdependência e de que forma o contexto social influenciou, ou não, suas opções pela matemática, em outras palavras, a maneira como eles viam áreas diferentes da matemática e como elas dialogavam entre si nos ajudarão a compreender como e até que ponto o processo de figuração e o estado de interdependência foram decisivos, e até onde o fazer matemático recebia tais influencias.

Essas questões por sua vez estão relacionadas aos significados de civilização para cada país, Kultur, segundo os alemães e em sentido oposto aos conceito francês inglês, não considerava como fator a ser considerado o desenvolvimento técnico e, conseqüentemente, a matemática.

O conceito alemão de kultur, no emprego corrente, implica uma relação diferente com movimento. Reporta-se a produtos humanos que são semelhantes a "flores do campo", a obras de arte, livros, sistemas religiosos ou filosóficos, nos quais se expressa a individualidade de um povo (ELIAS, 1990, p.24).

Para conceito *kultur* a religião tem um papel importante, na verdade um grau de importância que se estendia a todos os contemporâneos de Descartes, Newton e Leibniz, desde seu contexto familiar até a escola, de fato, todos eles tiveram como disciplina de estudo a teologia, inclusive Leibniz dedicou grande parte do seu trabalho a metafísica, incluindo Deus no seu sistema filosófico como sendo a causa de todas as coisas, em outras palavras, a filosofia

tinha um papel fundamental no desenvolvimento matemático, por esse motivo abordamos alguns fundamentos da filosofia da matemática para melhor compreendermos as motivações subjacentes a matemática.

4. SOCIOLOGIA DA MATEMÁTICA

Falar da matemática nos leva a um patamar atípico, pelo menos no que se refere a concepção adquirida comumente na escola, apresentando-a normalmente desvinculada de outras áreas do conhecimento, deixando em evidência certa inutilidade daquilo que aprendemos não só na escola mas até nas universidades. São deixadas para trás aquelas situações que motivaram e que tanto preencheram a mente de muitos ávidos pesquisadores por identificar explicações lógicas e que proporcionassem a possibilidade de, através dessas explicações, analisar, avaliar e, dentro de certas especificações, fazer previsões de fenômenos. Trazendo para o hoje, fazendo ponte com a sociologia no sentido do homem buscar o desenvolvimento humano, a matemática tem um papel extremamente importante por proporcionar o avanço tecnológico.

É fato reconhecido e aceito sem hesitações, que o fortalecimento de várias áreas de pesquisa matemática, tem sido um dos investimentos dos mais relevantes para o desenvolvimento científico e tecnológico de todos os países, permitindo a consolidação de uma infra-estrutura de base capaz de absorver novos avanços científicos, e consequentemente, nova tecnologia. (D'AMBROSIO, 1986, p. 17)

Na perspectiva histórica o desenvolvimento da matemática provinha da formulação de modelos que definissem determinadas situações. Por exemplo, Isaac Newton que foi um dos principais formuladores de modelos matemáticos que descreviam o comportamento de corpos celestes.

Esse processo se dá através da formulação de hipóteses com base na observação de padrões em certas situações particulares e específicas com o fim de se chegar a certo nível de generalização, usando para tal representação, símbolos matemáticos, o que constitui o cerne da modelagem matemática.

Sem dúvidas, a história da matemática é uma área rica do ponto de vista experimental, matemático e como instrumento didático. Destacamos que para esse último é notória sua vantagem em relação às abordagens mais tradicionais, haja vista que pode proporcionar espaços e momentos onde o aluno pode adentrar e vislumbrar, um pouco, da beleza que há na matemática, uma vez que tem a oportunidade de observar situações, buscar nelas regularidades a fim de analisá-las e extrair conclusões diante dela, construindo assim seu próprio conceito

sobre determinado conteúdo. Isso sem dúvida é instigante e atrativo para o aluno trazendo o real sentido do ensino.

Tudo isso é relevante para esse trabalho, pois estamos tentando trazer à tona esses avanços, no que diz respeito a elaboração de modelos matemáticos em um período específico da história, o qual por sua vez coincide com aquele período que é referência para o desenvolvimento da teoria do processo civilizador. Logo, todo esse arcabouço interage entre si e pode contribuir para planejamentos de aula mais coesas com outras áreas de conhecimento buscando assim mostrar uma face *integrada* da matemática, como diz Whitehead apud D'Ambrosio (1986), como crítica:

Só há um objeto de estudos em educação, e este é a vida em todas as suas manifestações. Em vez desta simples unidade, oferecemos às crianças – Álgebra, do que nada se conclui; Geometria, do que nada se conclui. (PAIS, 2001, p.64).

Dessa forma, ao explorar a história da matemática com a sociologia estamos, de maneira direta, lidando com uma das tendências atuais da área da educação matemática que busca a melhor compreensão dessa área.

Nesse contexto, a didática da matemática é um dos campos da grande área da educação matemática, cujo objeto de estudo é a elaboração de conceitos e teorias que sejam compatíveis com a especificidade educacional e o saber escolar matemático, ou seja, a didática matemática (PAIS, 2001. p.11).

Por sua vez, a história da matemática faz parte desse conjunto de meios que buscam o sucesso no ensino e aprendizagem da matemática, principalmente por estarmos contribuindo para dar outras dinâmicas, que não o lugar passivo, em que se encontra o aluno, comporta apenas como depósito de informações inúteis e sem nenhum motivo para permanecerem em sua memória. Esse é um ponto vital, pois pela própria definição de aprendizagem vemos que ela deve ser significativa e só existe ao ser internalizado e tornando-se componente do repertório cognitivo dele.

Entretanto, o intuito de uma formação de qualidade reside, em parte em formar pessoas que questionem a sociedade da qual fazem parte, contribuindo para uma melhoria, fazendo uso da matemática no sentido de identificar a conexão existente entre a teoria e a prática e utilizando de sua estrutura quanto área de conhecimento, para buscar compreender o mundo no qual vivemos e, além disso, analisá-lo de um ponto de vista mais preciso, conseguindo elaborar hipóteses e estudando-as o que pode trazer um grande benefício coletivo.

Tal abordagem, em sala de aula, demanda tempo e uma reformulação ampla no currículo, é impossível colher seus frutos se estivermos engessados e presos a antigas práticas. E aí está o ponto crucial no qual devemos escolher entre adestrar os alunos através de regras mecânicas, as quais na maioria das vezes não faz o menor sentido, o que não é repetido dizer que é uma das razões pelas quais não há muito interesse pela matéria ou optar pelo caminho mais *difícil*, e desenvolver as competências e habilidades necessárias a evolução dele como cidadão crítico e analista de sua realidade fazendo uso, para isso, da criatividade que pode ser explorada através de atividades que envolvem modelagem a qual pode proporcionar grande prazer ao educando, haja vista que poderá perceber através disso que estará se tornando agente ativo do seu aprender, observando que pode influenciar o seu ambiente através de suas percepções e sua leitura do ponto de vista matemático.

Claro que isso requer uma tomada de caminho totalmente contrária àquilo que é comum como prática, deixando de lado o foco em conteúdos e proporcionando momentos de reflexão diante das mais variadas situações e como consequência poderemos ter educandos que descobrirão o sentido e o significado que motivou aquilo que geralmente é dado sem nenhuma preocupação com sua realidade e desconsiderando o seu conhecimento prévio.

O cerne da matemática, se assim podemos dizer, reside no fato de ser uma área que consegue descrever, através dos seus símbolos, linguagem e da própria estrutura que a constitui, de maneira simplificada, situações das mais complexas, buscando padrões e regularidades possibilitando análises e previsões, dentro de determinadas restrições. Ou seja, uma ferramenta que perpassa as mais diferentes áreas do conhecimento, até aquelas que comumente são ditas como *opostas* a ela como a Sociologia, Filosofia, Antropologia, Psicologia, dentre tantas outras.

Assim, um modelo matemático consiste em se considerar determinada situação, seja ela real ou uma simulação, determinar quais variáveis serão consideradas e quais cenários que serão analisados, buscando dentro da estrutura lógica da matemática relações que melhor se adequam a essa situação vindo após isso a verificação e validação dessas relações para essa situação.

Sempre que intentamos um estudo em determinada área é necessário que a caracterizemos, é muito comum que o desenvolvimento do conhecimento matemática seja associado quase que completamente ao desenvolvimento tecnológico – no sentido de elaborar meios e técnicas que contribuíssem para um melhor ambiente de convívio humano nas mais diversas áreas – entretanto o conceito é bem mais abrangente e de grande potencial investigativo, haja vista que busca compreender os contextos subjacentes relacionados a matemática e as estruturas sociais envolvidas.

A sociologia da matemática preocupa-se com a influência de formas de organização social na origem e crescimento das concepções e métodos matemáticos, e com o papel da matemática como parte da estrutura social e econômica de um período (STRUİK, p. 23, 1998).

Portanto, é necessário ter cautela e não associar o desenvolvimento matemático apenas ao desenvolvimento tecnológico, usando-o como justificativa sociológica. Dessa forma estaríamos vinculando-a apenas a motivações práticas, por outro lado o que conhecemos como tecnologia apenas se deu no período da indústria moderna, e mesmo que tomemos essa hipótese como justificativa, o exemplo da arquitetura, não há nos escritos justificativa para o desenvolvimento matemático ter-se dado a partir dela, pelo contrário, eram necessários apenas conceitos básicos para resolver os problemas que surgiam.

Existia alguma influência indireta através da navegação e da arquitetura, mas não ouvimos falar do cálculo matemático de uma estrutura técnica até aos tempos capitalistas (com algumas exceções, como por exemplo, algumas das estruturas de Arquimedes). Não existe nenhuma evidência de que os enormes trabalhos técnicos dos chineses, babilônios ou romanos requeressem mais do que o mais elementar tipo de matemática. Existiu certamente uma influência da tecnologia nas ciências exatas, como é testemunhado pelos muitos escritores sobre mecânica, mas a sua aplicação nunca foi além de inícios elementares (STRUİK, p. 25, 1998).

Considerar o intercâmbio comercial entre determinadas nações, apesar de ser um motivador de natureza sociológica, não nos dá subsídios suficientes para atribuir-lhe a característica de motor no desenvolvimento matemático de uma certa nação, a Grécia por exemplo não era a única que mantinha relações comerciais com outros povos, no entanto foram os únicos que puderam desenvolver uma filosofia matemática própria, seguindo esse fato podemos concluir que há fatores subjacentes relacionados a sociologia que podem nos dar pistas sobre o caso de Newton, Leibniz e Descartes no que se refere a fatores que os diferenciavam dos demais, afinal eles partilhavam das mesmas figurações, faziam parte de suas respectivas sociedades, em outras palavras, da mesma forma que a Grécia compartilhava das mesmas atividades econômicas e no entanto estabeleceu uma matemática própria, Newton, Leibniz e Descartes deram passos diferenciados dos demais mesmo estando sob uma mesma configuração social, então, o que há de semelhante nos dois casos? Isso nos dará direcionamento sobre o motivo de seus avanços nesse campo. Uma resposta plausível é a de que o matemático é regido

pela própria matemática nas suas descobertas, a influência social no desenvolvimento da matemática não é o único fator determinante na orientação de seus avanços:

Um processo científico segue frequentemente os caminhos sugeridos pela sua estrutura interna, o enquadramento fornecidos por resultados já obtidos (STRUİK, p. 23, 1998).

Apesar do fato daqueles que empreenderam no seu desenvolvimento, estarem em sociedade e serem constantemente influenciados, de uma forma ou de outra, a matemática segue um caminho próprio o qual é definido pela sua própria estrutura e independe de quem a estudem embora haja na humanidade diferentes tipos de abordagem, diferentes formas de concebê-la, sempre a sua estrutura será mantida, a soma de dois números nunca será alterada, não importa, sempre o conceito básico e fundamental por traz do que é “soma” será preservado, pensando dessa forma, não existem “várias matemática”, existem símbolos diferentes, mas que representam a mesma ideia.

Enquanto existem claramente diferenças culturais, por exemplo na religião e na estrutura social, todas as culturas desenvolvem a mesma matemática, ou algum aspecto do corpo auto-consciente da matemática (BLOOR, p. 33, 1998).

Porém, por um momento consideremos a existência de “diversas matemáticas” e quais aspectos caracterizariam tais atividades como pertencentes a um mesmo campo: essas “matemáticas” deveriam parecer-nos absurdas; não confortáveis em seu percurso; obteríamos respostas corretas por razões erradas, dentre outras (BOOR, p. 53), apesar do objeto de estudo desse trabalho não consista essencialmente em refutar tal ideia, é necessário alguns apontamentos nesse sentido, já que não desejamos cometer equívocos de afirmar que a matemática é uma construção social no sentido de ter seu núcleo modificado em função dos diversos grupos que faziam uso dela, confundindo isso com a elaboração de símbolos e sistemas operatórios próprios deles.

Concordamos, portanto, com o posicionamento de Fregde, que seguindo um pensamento diferente daquele apresentado por Mill, defende que a natureza do número transcende a subjetividade, impedindo que possamos o conceber como algo que pode ser definido de formas diferentes, orientado pela cultura e experiência concreta, aceitar tal hipótese compromete a própria natureza da entidade número.

Contudo, se cada um tivesse o direito de entender o que quisesse por este nome, a mesma proposição a respeito de um significaria coisas diferentes para diferentes pessoas; tais proposições não teriam nenhum conteúdo comum (FREDGE, p.199, 1884).

Aquilo que aos nossos olhos pode parecer diferentes matemáticas, não perdem, em absoluto, sua essência comum, aquilo que caracteriza a atividade matemática, a aceitação de verdades a priori que levam a outras afirmações que não destoam entre si, essa foi a razão, por exemplo, da “crise dos irracionais” onde os gregos se depararam com o fato de que sua forma de pensar os números era insuficiente para aceitar a existência da raiz quadrada de 2, isso porque não poderiam de forma alguma comprometer as bases e fundamentos já lançados até então, e essa é uma das características da matemática: quanto mais avança, mais seus fundamentos se tornam sólidos.

As afirmações acima, porém, não negam o fato de que o homem faz parte de uma teia de relações, e que portanto recebe “influências” da parte dela, porém, não no sentido de que a matemática seja produto desta teia, mas que a forma como o indivíduo concebe a matemática, e esta concepção sim, é determinada pela personalidade do indivíduo a qual é formada pelo conjunto de configurações sociais nas quais ele está inserido, porém o que será produzido no campo da matemática deve passar necessariamente pelo crivo daquilo que já está estabelecido nela.

Fica portanto claro que a “sociologia” da matemática lida com os aspectos inerentes a sociedade na qual ela foi desenvolvida que possam ter tido alguma influência sobre sua concepção, por outro lado é comum associarmos esses aspectos sociais apenas as atividades comerciais e a tecnologia, o que constatamos não ser verdade, já que nestes não se fazia uso de mais que conhecimentos básicos de aritmética, e finalmente, embora muitos povos tenham desenvolvido suas próprias “matemáticas” isso não justifica a afirmação que elas eram realmente diferentes, havia um núcleo comum entre essas matemáticas, aquilo que realmente caracterizava tais práticas como práticas matemáticas, o que vemos são conjuntos de símbolos diferentes e formas de aplicar diferenciadas em função dos costumes daquele grupo.

É fato reconhecido e aceito sem hesitações, que o fortalecimento de várias áreas de pesquisa matemática, tem sido um dos investimentos dos mais relevantes para o desenvolvimento científico e tecnológico de todos os países, permitindo a consolidação de uma infra-estrutura de base capaz de absorver novos avanços científicos, e conseqüentemente, nova tecnologia (D’Ambrosio, 1986, p. 17).

É perceptivo na história da matemática que o seu desenvolvimento provinha da formulação de modelos que definissem determinadas situações, como por exemplo, Isaac Newton que foi um dos principais formuladores de modelos matemáticos que descrevessem o comportamento de corpos celestes.

Nesse período temos como principal episódio histórico o advento do capitalismo moderno, que traz consigo o imperativo de avanço das tecnologias por meio da mecânica.

Como analisado por H. Grossmann, o desenvolvimento de ferramentas mecânicas na Renascença é a fonte imediata da mecânica moderna como ciência, a qual avança, nessa época, para além dos estreitos limites da antiguidade, tomando-se uma fonte de inspiração para os matemáticos. Nesta primeira fase, inspirou os filósofos e conduziu à sua crença na existência de uma estrutura matemática para o universo. Muitos matemáticos foram, eles mesmos, inventores, como Descartes, Pascal, Newton e Leibniz (STRUICK, 1998, p.26).

A formulação de hipóteses com base na observação de padrões em certas situações particulares e específicas com o fim de se chegar a certo nível de generalização, usando para tal representação símbolos matemáticos, constitui o cerne da sua utilização na ciência, entretanto tal evento apenas ocorre, de maneira mais efetiva no século XX, nas necessidades industriais

O cerne da matemática, se assim posso dizer, reside no fato de ser uma área que consegue descrever, através dos seus símbolos, linguagem e da própria estrutura que a constitui, de maneira simplificada, situações das mais complexas, buscando padrões e regularidades possibilitando análises e previsões, dentro de determinadas restrições. Ou seja, uma ferramenta que perpassa as mais diferentes áreas do conhecimento, até aquelas que comumente são ditas como *opostas* a ela como Sociologia, Filosofia, Antropologia, Psicologia, dentre tantas outras.

5. OS CONCEITOS ELISIANOS E A HISTÓRIA DA MATEMÁTICA

5.1. DESCARTES

Dentre os vários nomes que participaram da construção da matemática tal como a conhecemos, o de René Descartes é um dos mais proeminentes, tanto por sua originalidade quanto ao fato de buscar um meio universal de investigação quanto pela forma de lidar com a geometria, o que por sua vez foi produto de sua filosofia.

Descartes (1596-1650), nasce na cidade de La haye (Ver apêndice A e B), na França, e tinha como objetivo principal elaboração de um método universal que pudesse ser utilizado na busca pela verdade, ele viu na matemática as ferramentas necessárias para a construção desse método (ou fez uso de sua estrutura como modelo, para validá-lo). A *matemática* da qual fez uso como referência, assim como todos os seus contemporâneos foi aquela já desenvolvida pelos antigos gregos – a geometria – e a álgebra, que estava sendo estruturada por Vieté, baseado nesses princípios.

Seu interesse pelo conhecimento brotou desde cedo, foi enviado a um colégio jesuíta aos 8 anos (1602), é provável que em função de uma vida instável, já que havia perdido a mãe com apenas 1 ano de idade e tinha pouco contato com seu pai, o qual vivera a maior parte do tempo em viagens a trabalho, seus cuidados ficaram a cargo de sua avó e de uma babá. É possível que tal contexto o tenha influenciado na busca pela matemática, já que, ao que parece não era de seu agrado estudar aquilo que já havia sido produzido nessa área até então, não que Descartes os ignorasse, pelo contrário os estudou a fundo, porém não eram suficientes para saciá-lo:

No entanto, apesar de seu desempenho brilhante, Descartes mantinha atitude de profunda ambivalência com respeito à sua educação. Tudo lhe parecia, em grande parte, bobagem: um Aristóteles requentado, revestido de séculos de interpretações, a teologia sufocante de Aquino, que tinha respostas para tudo, mas que não respondia a nada – um pântano de metafísica. Nada do que aprendera parecia conter qualquer certeza – de qualquer espécie – a não ser a matemática, e numa vida vazia de certezas em relação a lar, família e contato social significativo, ele precisava de certeza no único campo em que se sentia em casa: o intelecto. Deixou a escola desencantado. Como Sócrates antes dele, estava convencido de que nada sabia. Mesmo a matemática só era capaz de proporcionar certezas impessoais. A única outra certeza que conhecia era Deus (STRATHERN, 1999, p.6).

A instituição de ensino a qual Descartes se submetera teve sua fundação em agosto de 1548 na cidade de Messina, originalmente dispunha de professores de hebraico, retórica, grego, lógica e gramática, não havia matemática, esses eram os colégios jesuítas. A eficiência dos seus métodos de ensino eram reconhecidos e mencionados por grandes nomes como o de Francis Bacon, onde prevalecia o ensino da gramática na maior parte do seu currículo. A tabela abaixo, nos mostra a distribuição das disciplinas ao longo dos 7 anos de curso.

Quadro 3: Currículo abordado no método jesuíta

<i>Grau</i>	<i>Classe</i>	<i>Ano</i>
1	Retórica	7
2	Humanidades	6
3	Gramática Superior	5
4	Gramática Média A	4
4	Gramática Média B	3
5	Gramática Inferior A	2
5	Gramática Inferior B	1

Fonte: FRANÇA (1952, p. 23)

Toda a sua estrutura era baseada no *Ratio Studiorum*⁴, que orientava todo o plano de curso da instituição, caracterizando uma uniformidade no seu *modus operandi*, ou ao menos a busca por ela, não era permitido que seu padrão decaísse devido a costumes regionais, já que estava presente em diversos lugares com variações culturais, inclusive no Brasil, dessa forma eram comuns visitas e inspeções nos estabelecimentos para que fosse garantidos os padrões definidos, por outro lado não era de todo engessada ou excessivamente rígida, mas buscava adequar-se ao ritmo *científico* de sua época considerando as particularidades das regiões as quais estavam presentes incluindo a língua materna de cada região, porém, sem perder de vista seus padrões de qualidade, essa forma de atuação era explicitado em seu conjunto de regras nas seguintes palavras:

Como, porém, na variedade de lugares tempos e pessoas pode ser necessária alguma diversidade na ordem e no tempo consagrado aos estudos, nas repetições, disputas e outros exercícios e ainda nas férias, se julgar conveniente na sua Província, alguma modificação para o maior progresso das letras, informe o Geral para que se tomem as determinações acomodadas a todas as necessidades, de modo, porém que se aproximem o mais possível da organização geral dos estudos. (FRANÇA, 1952, p.11).

⁴ Conjunto de métodos de ensino adotados nas escolas jesuítas que iam desde a formação do currículo à própria estrutura de funcionamento da instituição.

Há uma pequena divergência quanto a idade a qual Descartes iniciou seus estudos. Sthatern, por exemplo, afirma que ele foi enviado aos 8 anos, por outro lado as escolas jesuítas aceitavam jovens entre 9 e 10 anos. Entretanto, não nos deteremos neste pormenor, tanto pela pequena diferença como pela irrelevância para aquilo que nos propusemos. Porém, o que podemos destacar é que Descartes foi submetido ao currículo humanístico descrito na tabela anterior na qual os 5 primeiros anos de estudos eram dedicados exclusivamente a gramática.

O sistema de ensino jesuíta, *ratio studiorum*, tinha como objetivo uma formação integral do indivíduo, desenvolvendo ao máximo suas potencialidades, isso de maneira que pudesse manter ao máximo a atenção do aluno durante as aulas.

A aula é, antes de tudo, uma sala de exercícios. E os exercícios, de fato, sucedem-se múltiplos, variados, interessantes, a enquadrar e dar vida a lição. Uma das grandes preocupações do professor deve ser a variedade que mantém a atenção sempre alerta e renova continuamente o interesse (FRANÇA, 1952, p. 40).

A sua essência consistia no domínio da linguagem, nesse sistema o objetivo principal era desenvolver no aluno a capacidade de expressar-se tanto por meio da escrita como da oralidade, fazendo uso de textos clássicos. O ensino da gramática era dinâmico no sentido de que esta era compreendida por meio da leitura e análise de tais obras. A palavra *exercício*, para nós, trás um sentido de aprendizagem por meio de repetição, entretanto no método jesuíta referia-se a maneira como o aluno confrontava suas faculdades intelectuais com a obra estudada, exercitando dessa forma seu intelecto.

Embora o sistema de ensino jesuíta buscasse um padrão elevado de ensino, ele não se mostrou suficiente para Descartes, mais uma vez vemos que uma instituição escolar não pôde atender o grau de imaginação, criatividade e curiosidade exigidos por Descartes chegou, repete-se então o mesmo com o que ocorrera com Newton: as instituições da época não estavam a altura dessas mentes, entretanto não podemos afirmar que foram de todo inúteis ou até prejudiciais, pelo contrário, seus currículos preenchidos com o latim e grego, por exemplo, foram fundamentais para o contato com obras clássicas que moldaram em um certo sentido a mente desses homens, a natureza disciplinada delas proporcionaram o treinamento necessário aos estudos, o qual desenvolvera neles a capacidade de concentração.

Por outro lado, pudemos notar que, ao menos nesses casos foi fundamental que houvesse liberdade de pensamento para que fossem produzidos tais conhecimentos, ou seja, aquilo que

fizeram, o fizeram por brotar de um desejo individual, reflexo de suas personalidades, mesmo que saibamos que estamos em constante interação com o meio, mas como nos diz Elias isso não significa um total anulação daquilo que pertence a cada indivíduo.

A abordagem nos estudos da gramática proporcionavam uma imersão nas mentes de grandes pensadores, ela não era estudada de forma desvinculada, ou seja, apenas através da memorização de suas regras, mas de forma aplicada a essas obras, e que também contribuía para o perfeita compreensão daquilo que estava lendo: era em meio a leitura e a compreensão dos textos que se percebia como as regras gramaticais eram aplicadas, ou seja, a compreensão dos textos é que davam sentido às regras, dessa forma eram trabalhados ao mesmo tempo o conhecimento dessas obras e as regras gramaticais.

Terminado esse período, aos dezesseis anos foi enviado a Paris com o objetivo de estudar direito, área de conhecimento na qual perdurou por apenas dois anos. De posse de uma quantia significativa deixada como herança pela mãe, viveu de maneira relativamente abastada durante esse período, mesmo assim cultivava um grande sentimento de monotonia para com aquela sociedade, considerando o que afirmamos acima podemos concluir que Descartes viva em constante tédio, já que nem aquilo que estudara a partir dos filósofos da época despertavam seu entusiasmo nem tampouco a carreira como jurista a qual o pai pretendia para ele.

Após mudar-se para uma cidade mais tranquila resolveu alistar-se no exército em 1618, atitude que não pudemos encontrar com precisão o motivo para tão grande reviravolta, apenas indícios de que tenha sido atraído pelo desenvolvimento matemático naquela região, o que condiz com o seu perfil. Entretanto, essa estadia tornou possível um contato direto com a matemática, foi nesse período que Descartes conheceu Isaac Beeckman, este se propôs a ajudá-lo na tradução de um problema matemático afixado como cartaz (algo comum na época) em troca do seu empenho em resolvê-lo (STHATHERN, 1999), tal episódio foi crucial na incursão de Descartes na matemática, mais precisamente na mecânica (MORENO, 2013).

Apesar do intuito desse trabalho ser o de mostrar um pouco da influência social em alguns dos nomes do desenvolvimento matemático nos séculos XVI, XVII e XVIII na Alemanha, Inglaterra e França, percebemos que algumas dessas contribuições não foram dadas especificamente por matemáticos, esse é o caso de René Descartes, esse perfil é atribuído às figurações nas quais estava inserido. Em sua época não apenas era comum mas quase que uma norma o pouco tempo dedicado ao estudo da matemática nos currículos vigentes, sendo a maior ênfase na lógica e na retórica. O fato da álgebra não ser tão difundida nas escolas deve-se em parte ao fato desta ainda estar em fase de desenvolvimento e seus fundamentos ainda eram discutidos, o mais próximo que tínhamos da matemática como a conhecemos nessa época era a

geometria euclidiana devido a sua estrutura lógica já estar bem definida, segundo Norbert Elias essas estruturas escolares tinham um papel fundamental na formação do indivíduo.

Filósofo por natureza e influenciado pelas descobertas do renascimento se propôs a questionar e indagar sobre os fundamentos da filosofia antiga. Desenvolveu a teoria dos Vórtices onde explica o movimento dos planetas em torno do sol, porém não o editou, após ter conhecimento da condenação de Galileu (GARBI, 2010).

Suas profundas investidas no mundo filosófico levaram-no a elaborar meios e métodos para o estudo das ciências, deixando de lado qualquer pensamento que não pudesse ser sistematicamente comprovado, esse tipo de raciocínio, hoje chamado de cartesiano, é visto em seu trabalho: *Discurso sobre o método para bem conduzir a razão e procurar a verdade nas ciências* onde em alguns de seus anexos estão algumas contribuições para matemática.

Assim, as reflexões de Descartes, por exemplo, expressam a experiência de alguém que, por um lado, começou a se perceber como pensando e observando sem depender das autoridades, mas apenas de si mesmo, e que, por outro lado, se percebia como parte daquilo que observava, como organismo entre outros (ELIAS, 1994, p. 89)

O método de Descartes foi, por sua vez fruto de uma vida inteira, de suas experiências e relações. Tudo o que contribuiu para sua formação teve um papel fundamental nesse desenvolvimento, o que atesta, nesse caso a grande influência social nesse aspecto da vida de Descartes. Nas suas próprias palavras, ele afirma:

Mas não recearei dizer que julgo ter tido muita felicidade de me haver encontrado, a partir da juventude, em determinados caminhos, que me levaram a considerações e máximas, das quais formei um método, pelo qual me parece que eu consiga aumentar de forma gradativa meu conhecimento, e de elevá-lo, pouco a pouco, ao mais alto nível, a que a mediocridade de meu espírito e a breve duração de minha vida lhe permitam alcançar (DESCARTES, 1637, p.5).

No seu estudo sobre a refração da luz e em outro, denominado *La Géométrie*, onde mostrava a aplicação da álgebra no estudo da geometria, dando a geometria analítica, porém deve ficar claro que nesse trabalho Descartes apenas mostra que a álgebra poderá ser aplicada à geometria como meio de abordá-la, porém isso não deve ser confundido com a origem do plano cartesiano que conhecemos hoje, este na verdade foi idealizado por Fermat e não por Descartes, como é difundido. Porém está presente a ideia, tratar problemas geométricos segundo uma perspectiva algébrica, motivada principalmente pela forma como os gregos

lidavam com determinados problemas, não explicitando de forma clara as etapas de sua resolução. Essa é a essência da geometria analítica, a abordagem diferente para problemas clássicos da geometria, simplificando a ideia de Descartes. Seu intuito era de relacionar expressões algébricas a entes geométricos, como a reta, circunferência, daí per meio da álgebra e do seu método analítico chegar aos resultados que eram buscados.

Para compreender o que estava por detrás do desenvolvimento matemático feito por Descartes, é necessário admitirmos que esta surge como uma necessidade de adaptação da geometria grega à sua época. Temos no seu trabalho uma síntese do que os gregos e Viète produziram. Devemos considerar que o método foi seu principal objetivo, e que a matemática lhe forneceu ferramentas necessárias para tal, na verdade as motivações para a matemática no seu caso estavam no seu interesse pela elaboração do método, assim como no caso de Newton se deram não como sendo um fim em si mesmo mas como um meio, no seu caso a busca por um método universal o conduziu inevitavelmente a utilização de ferramentas matemáticas, tão abrangente era seu método que a matemática em si não expressava sua natureza, mas servia como uma maneira de ilustrá-lo, uma forma mais precisa de apresentá-lo. Como vimos anteriormente, a geometria analítica foi um subproduto de algo mais geral (O método) e em termos práticos sua matemática proporcionou explicações mais precisas acerca, por exemplo, da elaboração de lentes e outros instrumentos.

A matemática serve de ilustração ao método, e como tal, é uma fonte importante para compreendê-lo. A matemática é o horizonte privilegiado de atuação da razão, graças a suas características inerentes e, por isso, merece lugar de destaque na investigação metodológica do filósofo. (BATTISTI, 2010, p.575.).

Descartes nutria uma visão prática da matemática, era necessário que esta mostrasse serventia, o que por sua vez proporcionou um novo patamar na forma artesã de se trabalhar, principalmente com lentes, até então não havia se estabelecido um conjunto de regras metodicamente descritas e fundamentadas, as quais o funcionamento das lentes era sujeito, dessa forma podemos identificar duas motivações nos trabalhos de Descartes: a busca por um método universal da busca pelo conhecimento, o qual tinha na matemática um modelo confiável para tal e a utilidade prática da matemática, proposta essa que Descartes estendia inclusive ao ensino. Nesse contexto, ele deixa clara a finalidade dos estudos e sua aplicabilidade:

A finalidade dos estudos deve ser a orientação do espírito para emitir juízos sólidos e verdadeiros sobre tudo o que se lhe depara” (Regras para a direção do espírito, Descartes, 1965, p. 11).

Assim, podemos identificar de maneira clara três fatores que influenciaram Descartes: a escola, sua formação religiosa e as tendências de investigação matemática de sua época que tendiam também a uma análise mais profunda acerca do legado da geometria grega

Como mencionado anteriormente a matemática consistia em um meio para um fim. O pensamento matemático tornou-se para Descartes uma interface para a análise do mundo, onde os problemas eram traduzidos em equações, ou seja, a relação entre quantidades, caso algo não pudesse ser quantificado também não poderia ser objeto da razão. Por sua vez essa concepção de mundo tinha como um dos objetivos de Descartes a constituição de técnicas que tornassem possível uma maior aproximação com a perfeição por parte dos artífices da época.

Ao inserir o pensamento de Descartes na revolução matemática do século XVII, Barbin destaca que uma das principais motivações do novo método proposto por esse filósofo e matemático é ter estabelecido os parâmetros para uma arte da invenção (ROQUE, 2012, p. 317).

Temos então, em síntese, uma busca por meios de se conhecer a verdade com um objetivo prático, não apenas a matemática por si mesma, esse pensamento se distanciava daquele nutrido pelos gregos antigos, os quais fundamentavam-se apenas em uma estrutura lógica. Buscava-se então traduzir determinado problema em linguagem matemática, resolvê-lo fazendo uso de suas ferramentas, e posteriormente traduzir, mais uma vez essa resolução em linguagem prática.

Portanto, consideramos que Descartes nunca buscou a matemática como profissão (se é que podemos falar em matemática como profissão nesse período), mas apenas como meio de corroborar seus pensamentos filosóficos, no entanto para isso foi de grande importância a influência da escola, um espírito investigativo e a inconformação com repetições já reverberadas no seu meio.

5.2. ISAAC NEWTON

Muitos foram aqueles que empreenderam uma busca pelo conhecimento acerca dos padrões que regem a natureza, dentre estes está o de Isaac Newton (1642-1727), o qual em sua trajetória, teve de superar vários infortúnios, sem dúvidas podemos tê-lo como exemplo de superação desde antes de seu nascimento em Dezembro de 1642, o qual já houvera perdido seu pai 3 meses antes, poucas esperanças haviam em sua sobrevivência dado o seu estado físico, segundo as palavras do próprio Newton ditas a John Conduitt⁵, que posteriormente relatou-as:

Sir. I.N. contou-me terem-lhe dito que, quando nasceu, ele era tão pequeno que podia ser colocado numa vasilha pequena, e tão fraco que era forçado a ficar com uma almofada enrolada no pescoço para mantê-lo ereto sobre os ombros, e com tão pouca probabilidade de viver que, quando duas criadas foram enviadas à casa de Lady Pakenham, em North Witham, para buscar alguma coisa para ele, as duas sentaram-se nos degraus de uma cerca no caminho e disseram não haver motivo de pressa, pois tinham certeza de que o menino estaria morto antes que conseguisse voltar (WESTFFALL, 1995, p. 19).

A ausência de pai e um parto prematuro pareciam ser o prelúdio de uma vida difícil que contribuiria para o surgimento de um homem de personalidade difícil e pouco sociável. Outro fator agravante que afetou sua vida emocional, foi a separação de sua mãe aos 3 anos, devido a um segundo casamento, ficando assim aos cuidados de seus avós, os quais por sua vez, segundo relatos, não externavam sinais de afetividade para com o menino. Tais eventos, segundo biógrafos de Newton, contribuíram em muito para o desenvolvimento de sua personalidade solitária, vindo este a retornar ao convívio materno 7 anos depois, devido a morte de seu padrasto, embora não da forma como esperava, pois foi forçado a dividir a atenção da mãe com outros 3 meio-irmãos. Entretanto, apenas 2 anos depois foi enviado ao liceu em Grantham⁶.

Aos 12 anos, Newton ingressa na escola secundária, período em que teve intenso contato com o latim e, embora difícil de acreditar, pouco estudou matemática e filosofia natural, não consideramos entretanto as motivações políticas envolvidas na elaboração currículos vigentes, se é que haviam tais motivações. Nos interessa por outro lado compreender como essa estrutura escolar contribuiu para que Newton, em particular, tivesse seu nome reconhecido até hoje, já que a escola, como instituição, tem papel fundamental na formação do indivíduo, seja de maneira positiva ou negativa.

⁵ Marido da sobrinha de Newton e um de seus biógrafos.

⁶ Para mais detalhes sobre as viagens de Newton, consultar os apêndices C e D.

A escola, bem como as instituições de uma forma geral, encontravam-se em um contexto onde as ideias liberais estavam em alta, um grande movimento, por meio da burguesia, impulsionava o capitalismo em detrimento dos poderes exercidos por reis. Tais ideias eram defendidas por filósofos como John Locke (1632-1704) o qual questionava de forma incisiva a legitimidade estatal, esse questionamento refletia nos mais diversos aspectos da sociedade. A ideia de distanciamento de um controle centralizador, o qual nessa época contribuía para o não desenvolvimento científico, levou um grupo de 115 membros a construir uma instituição de forma independente, era a Royal Society, uma das maiores instituições científicas e de princípios cristãos, mais especificamente, protestante de uma dissidência denominada *presbiteriana*.

Quando Newton tinha a idade de 22 anos, a Inglaterra era predominantemente protestante, embora houvessem diversos grupos como os Anglicanos e os Não-Anglicanos: Prebiterianos, Quakers, Anabatistas. No entanto, eram os primeiros quem detinham o controle sobre as escolas fundamentais, caracterizados por uma postura mais conservadora, por diversas vezes não permitiram que o avanço científico pudesse ocorrer devido a interpretações extremas da Bíblia. Inclui nessas atividades testes aos aspirantes às suas academias que tinham por finalidade verificar-lhes se sua fé estava em conformidade com seus padrões. Aqueles que não concordavam com determinada postura, mesmo também sendo protestantes, eram denominados de *Dissidentes*, dentre estes estavam os Presbiterianos, os quais pregavam uma fé racional, na qual acreditavam que o conhecimento em si era uma dádiva dada por Deus, comum a todo ser humano, portanto não desvinculada das escrituras e que deveria ser buscado, independentemente da área em questão. Então, foi sob essa perspectiva que a Royal Society foi concebida, instituição na qual Newton pôde desenvolver suas ideias. Devido às grandes perseguições promovidas pelos Anglicanos, inclusive nas escolas fundamentais, não permitindo a presença de dissidentes, podemos concluir que Newton e sua família pertencia a este grupo, já que não encontramos qualquer menção de seus biógrafos a algum episódio que sugerisse algum tipo de perseguição dessa natureza.

Outro fator importante a ser mencionado é que muitos jovens eram submetidos a essa mesma estrutura educacional e com poucos problemas, comparados a Newton, no entanto não obtiveram o mesmo êxito, o que nos leva a intuir que há uma motivação que extrapola as influências sociais e que definem o indivíduo como único. De fato, por mais que estejamos inevitavelmente constituindo parte indissociável de uma estrutura maior – a sociedade – ainda assim temos autonomia para decisões individuais e características de nossa personalidade, prova disso é que a real função das escolas jesuítas, tipo de escola a qual Newton foi submetido,

era a divulgação da fé cristã como um meio de proteção a eventuais *ataques* de outras religiões, a despeito da inserção nesse contexto, Newton se demonstrava muito mais interessado na ciência que na defesa de sua fé, embora esta tenha tido um papel fundamental na formação do seu pensamento.

Justamente o que caracteriza o lugar do indivíduo em sua sociedade é que a natureza e a extensão da margem de decisão que lhe é acessível dependem da estrutura e da constelação histórica da sociedade em que ele vive e age. De nenhum tipo de sociedade essa margem estará completamente ausente (ELIAS, 1994, p. 49).

Estamos sempre, de uma forma ou outra dependentes das relações que construímos, sempre com outros indivíduos, entretanto essas relações muitas vezes são expressas através das instituições, a exemplo da escola e da família, ao afirmarmos por exemplo “essa é minha família”, apesar de nos referirmos a estrutura, estamos em última instância nos referindo ao conjunto de formas de agir definidas entre os membros da mesma, logo a uma estrutura maior que o indivíduo.

As configurações sociais as quais Newton fizera parte desde seu nascimento não eram de forma alguma favoráveis, ao vermos a grandiosidade daquilo que foi concebido por sua mente não é possível crer que o ser humano seja tão somente um produto do meio, ao contrário, seus infortúnios nos mostram o grande potencial humano em superar dificuldades e ter uma trajetória diferente daquilo que lhe era mais possível de ocorrer, o que, por outro lado nos leva a questionar o que então havia em Newton que o impulsionou e o motivou a ir além daquilo que lhe estava proposto? É bem provável que, mesmo para um profissional da psicologia, seria difícil fazer alguma afirmação objetiva, sendo assim nos deteremos nos fatos já documentados que possam nos dar pistas acerca dessa resposta.

Um aspecto chave do período em questão foi a ascensão do que conhecemos como ciências naturais, estas constituíam a tentativa do homem em compreender e posteriormente dominar a natureza. Se o objetivo primordial na busca pela compreensão da natureza foi o instinto primitivo da sobrevivência, as motivações que o levaram Newton a desejar compreender o universo foram muito mais complexas, estendendo-se a possibilidade, destas serem um reflexo da insegurança vivida no período de infância servindo de refúgio e escape da insegurança emocional que vivera, esse ponto de vista é corroborado por Norbert Elias, pois segundo ele, criamos fantasias e nos nutrimos delas afim de que possamos sobreviver emocionalmente, entretanto, estas mesmas fantasias nos impedem de nos tornarmos pessoas

mais fortes e suportar as adversidades, temos então um ciclo onde as fantasias são criadas para nos manter sóbrios mas elas mesmas nos tornam fracos para lidar com as tragédias, e consequentemente sermos autônomos em nossos destinos, ou seja, quanto mais estamos condicionados a esse comportamento menores serão as margens de atuação individual.

A questão então seria *O quão Newton estava envolvido nesse ciclo? e Até que ponto suas motivações na matemática estavam direcionadas ao desejo de conhecer o funcionamento do movimento dos corpos celestes?*

Embora seu contato com a matemática tenha sido mínimo na sua estadia no liceu de Grantham, seus estudos em latim compensaram e contribuíram em muito para que tivesse acesso as obras matemáticas, todas em latim, língua a qual dominava perfeitamente tanto a leitura como a escrita

É provável que as primeiras inclinações de Newton à física se fizeram evidentes através do seu interesse por construir diversos mecanismos como moinhos e lanternas além de diversas experiências “científicas”, embora não largasse os livros completamente, muitas vezes não dava-lhes a atenção devida, ao menos segundo Stokes⁷, entretanto as imersões periódicas em livros e posteriores atividades práticas representavam um ciclo que Newton desenvolvera para si, ou seja, alimentava sua imaginação por meio deles e posteriormente externava tais pensamentos por meio de suas engenhocas, esse comportamento era típico do jovem Newton, se vivesse nos dias de hoje provavelmente não teria muito sucesso escolar, a menos que as aulas fossem estruturadas com base em algum tipo de laboratório onde os resultados pudessem ser obtidos por meio de experiências, também é provável que sua inteligência fosse classificada como sinestésica e que um psicólogo ao considerar sua história e essa tendência poderia concluir que se tratava de uma fuga ou meio de reeditar os fatos ocorridos.

O segundo capítulo de sua vida acadêmica tem início em 4 de junho de 1661, quando chegou em Cambridge aos 19 anos, como *subsizar*⁸, categoria considerada aquém de um intelecto como o de Newton, mais uma vez percebemos Newton inserido em um contexto que contrastava com seu perfil e que poderia também influenciá-lo a não despontar.

[...]eles (os sizars) eram um grupo medíocre, com perspectivas vocacionais estreitas – jovens de classe baixa, ferozmente empenhados em obter nomeações eclesiásticas como meio de progredir (Westfall, p.34).

⁷ Diretor da escola a qual Newton frequentara.

⁸ Denominação dada aos alunos de baixa renda que prestavam serviços domésticos aos professores.

A sociedade vigente, sob determinado aspecto e em até certo ponto, direcionou as ações de Newton e sua postura diante da matemática e da filosofia natural, tais contribuições eram consequências dos efeitos da condição de interdependência em relação às figurações ao seu redor, e não apenas sua postura diante da matemática, mas sua personalidade como um todo.

No decorrer dessas descobertas sobre eventos naturais, as pessoas perceberam novas coisas a seu próprio respeito. Não apenas aprenderam cada vez mais a chegar a certezas sobre os eventos naturais através do pensamento e observação metódicos, como também se conscientizaram cada vez mais de si mesmas como seres capazes de obter essas certezas através de sua própria observação e reflexão individuais (Elias. 1994, P. 85.).

É do nosso conhecimento que a escola tem um papel fundamental na formação do indivíduo. Os primeiros contatos de Newton com a escolarização formal se deram através da leitura da Bíblia, aprendizagem de latim e grego, e em um grau não muito elevado, conhecimentos básicos de aritmética e nenhum contato com a geometria, embora o sistema no qual esteve submetido não fosse o mais adequado no que se refere ao desenvolvimento intelectual. Podemos afirmar que os maiores avanços de Newton se deram exatamente quando ele não estava envolvido e submetido ao sistema institucional vigente, quanto mais se afastava dele mais sentia-se livre para saciar sua sede de conhecimento. Parece-nos paradoxal, mas as instituições de ensino quando deveriam servir de inspiração, na verdade forneciam mais motivos para que Newton se mantivesse longe dela, servindo para ele apenas como sustento e financiamento para seus interesses, na verdade elas mais incitavam a letargia e comodismo intelectual, esse é mais um motivo que embasa a tese de que o que Newton fizera não tinham muitas motivações externas, ao menos diretamente.

De fato, as tendências pedagógicas vigentes em sua época tinham fortes influências humanistas, ou seja, a compreensão do homem em si deixando em segundo plano o mundo físico, caminho este traçado em sentido contrário quando falamos dos antigos gregos, os quais buscavam antes a compreensão do mundo físico (DURKHEIM, 1995), por outro lado a área na qual Newton deixou seu legado foi este, temos então uma aparente contradição: ao mesmo tempo em que na escola buscava-se o conhecimento humano, Newton foi direcionado para o mundo físico, mas sabemos que a escola tem forte influência no indivíduo, como então conciliar esses aspectos antagônicos? Ocorreria que Newton identificava o Divino em toda estrutura da natureza, portanto, algo humano, na verdade que ele almejava era esse aspecto transcendente,

que segundo seu pensamento só poderia ser alcançado por meio da compreensão daquilo que é físico.

O distanciamento do meio social do colégio foi benéfico a Newton. A crescente trivialidade da vida dos professores poderia enredar um homem promissor e destruí-lo. [...] A complacência do sistema, que já o havia ajudado quanto a graduação, continuou a favorece-lo. Se não exigia nada de professores como George Modd e Patrick Cock, contemporâneos de Newton que vegetaram no colégio por 40 anos, sem lecionar nem fazer pesquisas, tampouco exigia dele. [...] Newton ficou livre para se dedicar por completo ao que bem entendesse (WESTTFAL, 2002, P. 69).

Alguns autores chegam a afirmar que a busca de Newton pela compreensão dos movimentos eram uma forma de compensar a ausência paterna, a qual nunca conseguiria superar totalmente. Por ter tido uma formação cristã desde cedo, via em Deus, por meio da natureza, uma forma de ter consigo essa figura, para ele, conhecer e compreender a natureza era um meio de estar mais próximo de Deus e conseqüentemente compensar tal falta.

A privação de um reconhecimento de um pai na infância, deixou uma marca em Newton e levantou o problema de um modelo masculino para o menino. Embora a imagem desse verdadeiro pai fosse idealizada, também poderia ter havido grande ressentimento com seu abandono por meio da morte (MANUEL, 1973, P.32)

Uma das características de Newton mais bem documentadas e de forma clara era o seu poder de concentração e a capacidade de manter-se assim continuamente, ao ser questionado sobre como obtivera o *insight* acerca da gravidade sua resposta foi curta e direta: *pensando continuamente nela*. É possível portanto inferir que Newton não deixava um problema de lado até que este pudesse ser resolvido, por outro lado, essa característica obstinada de não aceitar a *derrota* talvez tenha sido forjada a partir da exposição a situações difíceis em sua vida as quais obrigaram-no a desenvolver resistência diante das dificuldades, ora, diante de sua realidade haviam apenas as opções de entregar-se ao desânimo ou escolher erguer-se e seguir em frente, é provável que seu contato com a matemática tenha fortalecido ainda mais a escolher a segunda opção, já que pouco tempo após seu contato com ela vieram os *anni mirabiles*.

Olhando do início de 1666 para trás, é difícil acreditar que Newton pudesse ter tocado em qualquer coisa além da matemática nos 18 meses

anteriores.[...]. O que prendeu sua atenção em 1664, excluindo quase tudo o mais, foi a matemática (WESTFALL, p. 48).

Seu contato com a matemática também foi responsável pelo desenvolvimento de uma disciplina mental, que aliada a sua imaginação proporcionou uma rápida absorção dos conhecimentos até então em evidência, ou seja, não apenas as configurações sociais tiveram papel na formação de Newton como também a própria matemática, mais uma vez vemos, da mesma forma como Leibniz, a matemática sendo um meio para um fim e não como um objetivo final.

A disciplina que a matemática impôs a sua imaginação fértil marcou a diferença entre arroubos desvairados da fantasia e a descoberta fecunda. Foi sumamente importante que, quase em primeiro lugar, a matemática tenha dominado sua atenção (WESTFALL, p. 49).

Ao colocarmos lado a lado a teoria elisiana e os eventos documentados na história do conhecimento notamos que esse avanço constitui em última análise em uma tentativa de desprendimento do indivíduo em relação aos ditames da sociedade na qual vive ou daquilo que esta o impôs, de maneira que lhe trouxe mais prejuízo que benefício, no caso de Newton o escape da instabilidade emocional a qual foi submetido, constitui uma expressão da busca por aquilo que é isento de parcialidade. As obras as quais Newton se deteve foi a Geometria de René Descartes, a matemática infinitesimal de John Wallis e as contribuições de Viète na álgebra, o problema que mais tarde viria a fecundar a diferenciação como a conhecemos, foi extraído da análise e consistia em construir uma reta tangente a uma curva e determinar a área sob uma certa curva, ou seja, vemos que a motivação de Newton foi puramente matemática e residia no interesse em resolver problemas de sua época, não fazendo menção, ao menos inicialmente, a conceitos de movimento.

No inverno de 1664, ou por nessa época, a ânsia de Newton de organizar continuamente sua aprendizagem levou-o a preparar uma lista de “Problemas”[...]. O primeiro deles incluía a maioria dos problemas de geometria analítica da época a que ele se havia dedicado até então – determinar os eixos, diâmetros, centros, assíntotas e vértices de linhas, comparar sua curvatura com a do círculo, descobrir suas curvaturas maior e menor, encontrar as tangentes das linhas encurvadas e assim por diante (WESTFALL, 1995, p. 50).

É comum o nome de Isaac Newton estar associado à física, porém antes de suas contribuições nessa área, seu interesse estava voltado para a matemática, onde um dos objetos de estudos em evidência em sua época eram as séries tendo inclusive escrito o artigo chamado *De analysi per aequationes numero terminorum infinitas* em 1669, mas que não foi publicado prontamente, o que não significa por isso o Newton tenha continuado no anonimato.

Como dito antes, as motivações do desenvolvimento matemático nem sempre estavam associadas a necessidades cotidianas, antes disso porém sempre é evidenciado um espírito nutrido por curiosidade e pouco satisfeito com respostas rápidas e superficiais, era preciso da parte de alguns homens investigar o mundo físico isento de pré-concepções mal formuladas e de maneira disciplinada, maneira esta que apenas a matemática poderia proporcionar, importando somente e apenas a verdade, e uma maneira coerente de explicar os fenômenos naturais. Sob essa perspectiva Newton considerava a mecânica como algo menos rigoroso que dependia da geometria para lhe fornecer as regras gerais as quais pudesse se basear para executar as construções³ que lhes fossem solicitadas, sua ideia consistia em transpor essa relação para o estudo da causa e efeito dos movimentos, considerando em lugar da mecânica os movimentos, investigando-os afim de obter explicações para as suas causas, fazendo uso da matemática como instrumento, considerando que suas regras poderiam se aplicar a tais fenômenos.

Explicações acerca do movimento não eram buscas isoladas, mas ocupava parte importante no rol de problemas os quais grandes mentes se mantiveram ocupadas, os *Princípios* de Descartes, por exemplo, abordava de maneira diferente o conceito de movimento, baseada naquilo que conhecemos como *inércia*.

Em Descartes, ele [Newton] também encontrou dois problemas formulados e imperfeitamente respondidos: a mecânica de impacto e a do movimento circular. Elas se tornaram o foco de sua investigação. (WESTFALL, 1995, p. 53).

Desde Aristóteles havia a preocupação de se explicar a natureza do movimento, ou mesmo de lhe definir precisamente, Aristóteles, por exemplo, o conceituava como uma tendência natural de algo a ir de encontro aquilo que era de sua natureza, quando esse movimento era de alguma forma influenciado externamente, a este chamava-se de movimento forçado ou violento, e tão logo esse efeito cessasse o objeto em questão continuava a sua tendência natural, por exemplo, se algum objeto é lançado para cima (movimento forçado) logo sua subida é interrompida e volta a cair em direção a terra (seu estado ou ambiente natural).

Assim como toda ideia que venha a surgir, a explicação de Aristóteles recebeu críticas, o franciscano Guilherme de Okcham, por exemplo, questionou qual seria a verdadeira causa do movimento, seria realmente aquele que lança o objeto para cima? Caso fosse verdade o argumento de Ockham contradizia Aristóteles levantando a hipótese de que após o lançamento o autor deste sumisse, ou seja, mesmo com sua ausência o objeto continuaria em movimento.

O contato com outros trabalhos instigou a imaginação de Newton lhe atraindo o olhar para alguns problemas particulares, a partir de uma organização sistemática desses problemas, podemos concluir que na verdade consistiam no prenúncio daquilo que viria a ser um dos maiores feitos de um personagem na história científica, esse *roteiro* de investigações era formado basicamente por questões de natureza mecânica envolvendo curvas, como por exemplo a determinação de eixos e assíntotas de curvas, entretanto seus problemas centrais eram dois: a determinação de tangentes a uma curva e a determinação da área sob essa curva, os quais por sua vez viriam mais tarde estabelecer o que conhecemos como cálculo diferencial e integral.

Ora, na Grécia antiga não é possível perceber uma aplicação direta para as concepções de movimento, logo não é possível afirmar que foi desenvolvida por uma necessidade social, no sentido de uma aplicabilidade imediata, entretanto, o fato de refletir e analisar situações no âmbito das ideias era uma tarefa bem comum para os filósofos gregos, no caso de Newton e seu *método das fluxões*, para nós, cálculo diferencial e integral, também não vemos uma aplicação imediata para tal, embora se originasse de uma situação real, no entanto ele se distancia daquilo que é concreto se atendo cada vez mais ao campo estritamente das ideias desconsiderando assim aquilo que externamente poderia o motivar, e mais, seus avanços, por terem a necessidade de sólidos fundamentos tinham que ser norteados pela matemática a qual servia como o fiel da balança, orientando-o, evitando possíveis erros, é evidente que estes existiram, entretanto como bom cientista buscava ao máximo a proximidade com a verdade, prova do distanciamento de elementos concretos, é encontrada na crítica de Berkeley em sua obra “o Analista”, aos fundamentos matemáticos de Newton, exatamente por não tratar de objetos inteligíveis, tais objetos seriam, por exemplo, os *momentos*, que eram partições infinitamente pequenas do tempo, as quais tinham suas magnitudes desconsideradas, mas que geravam quantidades finitas, isso para Berkeley era motivo para críticas (CALAZANS, 2010).

No período que compreende o século XVII e XVIII podemos observar uma grande produção de trabalhos matemáticos, poderíamos citar muitos nomes, mas há alguns que merecem uma consideração especial, como primeiro dessa lista podemos citar Isaac Newton (1642-1727) contribuindo grandemente principalmente para física demonstrando resultados

que até então eram conjecturas vindas de observações dos contemporâneos Christopher Wren, Robert Hook e Edmond Halley. Estamos falando aqui dos movimentos planetários mais especificamente da propriedade na qual a força de atração entre os astros era inversamente proporcional ao quadrado de suas distância, modelo já verificado por Newton antes de ser procurado por Halley, o qual se sentia inquieto por não poder comprovar de uma maneira mais rigorosa suas observações, foi através de um desses encontros que surgiu uma das mais importantes produções científicas, *Princípios Matemáticos da Filosofia Natural*, publicado em 1687 onde encontramos sua teoria sobre o movimento de corpos celestes e o modelo matemático que o descreve.

Newton traz grandes contribuições na resolução de problemas que envolvem dinâmica, óptica e até física moderna, no sentido de ter verificado a propriedade corpuscular da luz, na época não tão aceita, e principalmente posteriormente posta em questão devido a descoberta de Maxwell sobre o comportamento da luz como ondas eletromagnéticas, e atualmente através de Einstein chegou-se a conclusão de que a luz se comporta das duas maneiras, ou seja Newton estava à frente de seu tempo, também resolveu, á sua maneira, o problema da Braquistócrona, que consistia em descobrir qual a trajetória percorrida, entre dois pontos, por um corpo submetido apenas a gravitação de maneira que o período de tempo seja o menor possível.

O cálculo diferencial foi tema de grandes disputas autorais, embora saibamos que sua publicação foi feita primeiramente por Leibniz, Newton desenvolveu uma concepção própria, denominada por ele de método das fluxões, tanto em relação a escrita como os pressupostos adotados. A sua concepção do cálculo teve como base, principalmente a geometria euclidiana, praticamente todas as proposições publicadas no *Principia* faziam uso da geometria como modelo para a descrição do problema, os movimentos, segundo Newton, tinham sua melhor expressão por meio das definições de curvas que fossem adequadas a esses movimentos, e a partir das propriedades matemáticas inerentes a cada uma dessas curvas, eram estabelecidas as leis que descreviam os movimentos dos corpúsculos que as descrevesse, a famosa fórmula, escrita hoje como $F = m \cdot a$ expressava a ideia de Newton quanto a força e ao movimento (aceleração), na qual se diferenciava das de Leibniz e Descartes, estes propuseram uma causa inerente ao objeto que era responsável por seu movimento, enquanto que Newton considerava causas externas.

O conceito newtoniano de força é, pois, filosoficamente bem distinto da *vis viva* de Leibniz. Pois em Newton a força, ao contrário da *vis* do filósofo alemão, é causa transitória da mudança do movimento de um corpo, uma vez que nele não se origina nem se esgota pois

provém de sua vizinhança (outros corpos) que às vezes, como na força gravitacional, podem estar distantes. (PONCZEK, 2009).

Os *Anni mirabiles* – de 1664 a 1666 – foram, sem dúvidas, um dos períodos mais frutíferos para Newton, dentre tantas contribuições nesse período estava a sua teoria das cores, teoria no sentido estrito da palavra, já que esta, apenas mais tarde é que teria seu caráter experimental posto à prova. As habilidades de Newton em lidar com lentes, instrumentos ópticos e em particular com prismas, possibilitou que estudasse, de maneira experimental a natureza da luz, o que foi determinante para a construção de um telescópio refletor. Segundo suas descobertas publicadas em 1704 em um artigo chamado *Optiks*, a luz era uma mistura heterogênea de raios e que as cores na verdade eram raios que incidiam de diferentes maneiras ao passar por um prisma e que ao fazer esses mesmos raios passarem por um segundo prisma percebeu que eles não eram mais separados, algo relevante a se destacar é o fato das afirmações feitas no início da formulação de suas teorias não terem sido alteradas, ou seja, Newton era extremamente rigoroso nas suas investigações desde o início delas.

Deixamos claro que Newton não foi o único em sua época, nem o pioneiro no estudos da natureza da luz, estão na lista dos que empreenderam esse esforço Erasmus Bartholinus⁹, que apesar de suas contribuições por meio de seus experimentos publicados em 1669, não explicou, ou pelo menos propôs um modelo que pudesse justificar o fenômeno da dupla refração⁴, experimentos estes que serviram de base para Robert Hooke¹⁰, Christiaan Huygens¹¹ e inclusive Newton.

Como já nos referimos anteriormente, Newton não se sentia desafiado nem via nos padrões institucionais da Universidade um meio de suprir sua inquietação, era comum então que ele buscasse outras fontes de leitura, muitas delas não solicitadas a alunos regulares, dentre elas estão uma obra de Walter Charleton¹², Robert Boyle¹³ e alguns livros de Descartes, os quais utilizou para seus estudos sobre as propriedades da luz, mas restringindo-se a estudar suas propriedades geométricas com o fim de elaborar técnicas mais apropriadas para a confecção de lentes, algo que Newton não abordou, não pudemos verificar se havia uma motivação externa para que Newton demonstrasse interesse nesse assunto, diferentemente de Descartes, logo de

⁹ Erasmus Bartholinus: Dinamarquês nascido em 13 de Agosto de 1925, contribuiu com seus estudos sobre a dupla refração da luz em um cristal da Islândia.

¹⁰ Hooke: Nasceu na Inglaterra em 18 de julho de 1635 foi o responsável por cunhar o termo “célula” durante suas pesquisas em cortiças.

¹¹ Huygens: Nasceu em 1629 nos Países Baixos, deixou contribuições na matemática, física e astronomia, referente a matemática foi um dos que dedicou-se ao estudo de curvas como a braquistóclona.

¹² Charleton: Nasceu no Reino Unido em 1619 e desenvolveu uma teoria atômica.

¹³ Boyle: Irlandês nascido em janeiro de 1627, realizou estudos em física, química e ciências naturais.

acordo com a elaboração de sua “lista” de problemas mencionada anteriormente vemos que aquilo que lhe motivava era o desejo de encontrar a solução para certos problemas, já esse querer era associado a um desejo profundo de compreender os padrões com que a natureza era regida, mais uma vez, devido a sua formação cristã, transferia, através da natureza, para Deus, seu anseio por uma figura paterna, algo que jamais tivera.

Por fim, embora tenha contribuído para a matemática, Newton não a concebia como um objetivo a ser alcançado, mas como um meio de estabelecer com mais rigor suas observações de fenômenos físicos, ela seria a ferramenta que supriria seu perfeccionismo protegendo-o de possíveis críticas, nesse percurso conseguiu muitos resultados relevantes como a expansão binomial, métodos para encontrar raízes e as regras de diferenciação que conhecemos hoje, dentre outros.

5.3. LEIBNIZ

Ao pesquisar os nomes mais proeminentes da história da matemática oriundos da Alemanha entre os séculos XVI e XVIII, pudemos perceber uma particularidade em relação a países como Inglaterra e França. Dentre os nomes de Christoff Rudolff, Ludolph van Ceulen, Johane Kepler, Leibniz, Gauss, (GARBI, 2011), nenhum deles se deslocou para a França, com exceção de Leibniz. De acordo com a concepção de civilização da França, o conhecimento deveria ser de natureza técnica, deveria ser útil, de fato, a maioria dos matemáticos nesse período foram franceses, entretanto o fato de Gauss e Kepler fazerem parte do rol de famosos matemáticos nos mostra que ela não se restringe a aplicabilidade nem seu desenvolvimento está condicionado a esse fator

Em 1684 Leibniz publicou o artigo *Um novo método para máximos, mínimos e também tangentes, que não é obstado por quantidades fracionárias ou irracionais, e um notável tipo de calculo para eles*. Historicamente, haviam dúvidas sobre ele ter sido o inventor dessa área ou se foi Newton, mas os indícios mostram que apenas houveram diferentes formas de abordagem de um mesmo problema, cuja solução convergiu em um mesmo ponto. Nesse mesmo trabalho, o qual consistia na abordagem do cálculo diferencial, é utilizada pela primeira vez a expressão *transcendente* com o sentido de *não algébrico*, abriremos aqui um pequeno parênteses no sentido de esclarecer esse conceito: dizemos que um número é transcendente quando ele não é solução para nenhum polinômio de coeficientes racionais.

Outra grande contribuição de Leibniz foi o desenvolvimento de um sistema de símbolos e notações que trouxeram para ele grandes vantagens em relação ao método de Newton, por exemplo, um símbolo muito conhecido hoje é a razão $\frac{dx}{dy}$ relacionada ao problema que consistia em encontrar uma reta tangente a uma curva. Até então se podia, com a contribuição grega encontrar retas tangentes a uma circunferência e a uma elipse, porém não havia sido elaborado um método que pudesse ser utilizado para uma curva qualquer.

Esse resultado tem ampla aplicação na física especificamente em problemas que exigem uma análise sobre o que ocorre em curtos espaços de tempo, como por exemplo, calcular a aceleração de um corpo em determinado instante ou a variação de uma carga elétrica que passa por um ponto ou uma região do espaço em relação ao tempo, e foi exatamente essa perspectiva que foi abordada por Newton e que o diferenciou de Leibniz.

O método Leibniz utilizado para encontrar a área sob uma curva, denominado hoje de teorema fundamental do cálculo, mas que na época em que foi apresentado através de outro

artigo publicado em 1686 denominou-o de ***Calculus Summatorious***, é utilizado como modelo, por exemplo, para definir a relação entre força e trabalho.

Ainda sobre derivadas e integrais é creditada a Leibniz a descoberta de que ambas são *operações* inversas, ou seja, derivando o resultado de uma integral obtemos a função inicial.

Dentre as inúmeras contribuições de Leibniz para o desenvolvimento tecnológico atual temos o sistema de numeração binário (como o conhecemos hoje, pois alguns povos antigos, dentre eles os egípcios já tinham a noção e lidavam com esse sistema) que é a base da computação, inclusive com um projeto de calculadora binária, instrumento considerado um grande avanço para a época.

Devemos, também a Leibniz aquela que talvez seja a mais utilizada das suas ideias nos dias de hoje, o sistema binário, o qual, se analisarmos constitui, por exemplo, a base para toda economia já que praticamente todas as transações são feitas online, óbvio que esta é apenas um exemplo, existem uma lista enorme que poderíamos mencionar aqui.

Como já discutido e exposto anteriormente, embora haja uma margem de individualidade, estamos em um constante estado de interdependência uns com os outros o que tem como consequência configurações sociais das mais diversas, em outras palavras, o modo de ser, as regras os costumes de um determinado grupo dependem e são definidos através das interações entre aqueles que o constitui, de fato, tal grupo, para que exista, depende de tais interações, por outro lado, a maneira como são construídas essas relações culminarão em um modo específico de convívio do grupo, uma possibilidade de existência, que nas palavras de Elias é chamada de *figuração*.

A história da matemática de alguma maneira segue esse padrão do ponto de vista elisiano já que sua construção em momento algum é isolada, não há conhecimento matemático algum que não guarde consigo alguma relação com outro, algo sempre é iniciado a partir daquilo que já foi feito. Não pretendemos criar um conceito de interdependência próprio da história da matemática estritamente falando, o que demandaria discussões mais profundas e detalhadas acerca da epistemologia de cada área afim de não cometermos enganos, mas podemos, nesse primeiro momento, verificar diversos fatores que influenciaram na constituição das contribuições de Leibniz, podemos ir além no sentido de poder afirmar que tal interdependência se estende a sua personalidade, assim, mesmo se considerarmos que suas contribuições matemáticas estão estreitamente relacionadas às personalidades mencionadas nos livros, estas em última instância são também parte de uma teia maior de relações.

A imagem do homem como "personalidade fechada" e substituída aqui pela de "personalidade aberta", que possui um maior ou menor grau

(mas nunca absoluto ou total) de autonomia face a de outras pessoas e que, na realidade, durante toda a vida e fundamentalmente orientada para outras pessoas e dependente delas (ELIAS, 1994, p. 249).

As palavras de Norbert Elias nos dão a base para a afirmação de que aquilo que foi estabelecido por Leibniz tem traços das configurações nas quais ele estava inserido, embora não possamos dizer até que ponto estas foram decisivas, ou seja, não pudemos delimitar o indivíduo e o grupo. Verificaremos alguns episódios e concepções filosóficas que direcionaram seu pensamento por meio do contexto social no qual estava inserido possibilitando a construção de um quadro mais amplo acerca das suas contribuições na matemática.

Ao nos depararmos com os primeiros anos de vida de Leibniz podemos destacar alguns eventos decisivos para o seu futuro acadêmico, já que este estava diretamente relacionado a sua educação. Apesar de ter ficado órfão aos 5 anos, sua mãe exerceu um papel fundamental na sua educação, impregnando nele alguns traços de sua personalidade que mais tarde tornaram-se evidentes na elaboração de seu sistema filosófico, a exemplo de seu forte senso de harmonia. Este por outro lado, também exerceu influência na concepção do cálculo. Essa influência materna baseada na afetividade tem grande parte no desenvolvimento do intelecto, como podemos ver nas palavras de Piaget.

Desde o período pré-verbal, existe um estreito paralelismo entre o desenvolvimento da afetividade e o das funções intelectuais, já que estes são dois aspectos indissociáveis de cada ação (Piaget, 1998, p. 36).

Mesmo com a ausência paterna sua mãe teve êxito na compensação de tal falta, fazendo o possível para contribuir com um ambiente propício ao seu desenvolvimento intelectual. Porém, devemos ressaltar que não é possível afirmar que esse fator é necessário para o sucesso acadêmico, basta para isso observarmos a vida de Isaac Newton, a qual pode ser considerada um exemplo antagônico no que se refere a afetividade recebida por parte dos familiares mais próximos

De acordo com todos os relatos, Catherina era uma adepta da paz e da harmonia, nunca tendo falado mal de ninguém. Isso poderia ser considerado parte da mitologia habitual, porém, nesse caso, deve ter sido verdade. Leibniz foi profundamente influenciado pela mãe e manteve essas mesmas características dela até o fim de seus dias (STRATHEN, 1999, p. 7).

Os principais objetos de interesse de Leibniz, no início de seus estudos estavam em áreas não muito próximas de matemática, como direito, história, filosofia, lógica e teologia por exemplo. Em sua carta escrita ao duque de Hanôver em abril de 1676 ele disserta acerca da

ressurreição da carne, algo difícil de conceber hoje, é improvável que um matemático atual utilizasse seu tempo para reflexões de natureza metafísica, entretanto nelas estão fundamentos que mais tarde seriam utilizados na sua ideia de cálculo, um desses princípios é o da conservação.

É um fato já bem documentado que a maioria (para não afirmar que todos) daqueles que designamos como matemáticos tinham interesses de estudos que, a uma primeira vista não os conceberíamos como compatíveis com a estrutura lógica e precisa com que a matemática está fundamentada. No caso de Leibniz seus interesses eram justificados pelo próprio contexto social no qual estava inserido e pelo conceito de civilização alemã que por sua vez era guiado não pelo avanço em conhecimento técnicos e científicos:

O conceito francês e inglês de civilização pode se referir a fatos políticos ou econômicos, religiosos ou técnicos, morais ou sociais. O conceito alemão de Kultur alude basicamente a fatos intelectuais, artísticos e religiosos e apresenta a tendência de traçar uma nítida linha divisória entre fatos deste tipo, por um lado, e fatos políticos, econômicos e sociais, por outro. (ELIAS.p.24).

Assim, havia uma tendência a valorização de feitos não propriamente práticos no sentido da física como expressão de civilização. Leibniz formou-se nesses moldes, e como consequência, teve como norte da sua filosofia, seus conhecimentos teológicos, o que consequentemente teve reflexo na sua utilização da matemática, mais tarde, em problemas físicos.

É minha opinião que, por razões determinadas de sabedoria e de ordem, Deus teve a obrigação de estabelecer as leis que se observa na natureza; donde aparece mesmo, o que já pessoalmente sublinhei noutra altura (...) que a causa final não serve unicamente para a virtude e a piedade em ética e na teologia natural, mas ainda na própria física para encontrar e descobrir as verdades escondidas”(Artigo entre Descartes e Leibniz, p. 8)

O que torna o algo individual não é o seu estado presente, mas aquilo que o precede, aquilo que causou seu atual estado, considerando o ser humano ao invés da matéria, como Leibniz a concebe, é coerente e condiz com os estados de interdependência e figuração de Elias já que o último depende de uma estrutura prévia a qual somo inseridos involuntariamente, porém de maneira inversa, temos as mesmas causa (indivíduos que convivem em um mesmo conjunto de figurações) mas diferentes efeitos, ou seja, diferentes produtos e personalidades vindos destas redes.

De fato, é impossível que dois quadrados desse tipo sejam perfeitamente semelhantes [similia]; pois, consistirão de matéria; mas essa matéria terá uma mente [mens] e, esta, conterà [retinebit] o efeito de seu estado precedente. E, de fato, a menos que admitamos que é impossível que haja duas coisas que sejam perfeitamente semelhantes, seguir-se-á que o princípio da individuação está fora da coisa, em sua causa (Leibniz, 1676).

Para Leibniz mesmo que objetos fossem idênticos ainda sim algo neles os distinguia um do outro, esse era o seu princípio da individualização, se eram dois objetos então diferentes porções matérias os constituíam, não eram possível que uma mesma porção de matéria estivesse presente em objetos diferentes, por outro lado essa matéria que os diferenciava tinha causa única, um arranjo específico que culminou em um objeto material específico e único.

No sistema filosófico de Leibniz podemos encontrar com exatidão uma clara concordância com a ideia de Norbert Elias quanto a inexistência de uma dicotomia entre indivíduo e sociedade, nossa percepção pode ser alterada e consequentemente nós mesmo por meio do contato.

Quando o espírito percebe algo na matéria é incontestável que, enquanto percebe várias coisas, também há nele uma mudança. Quando, alguém ao crescer, torna-se maior do que eu, então, alguma mudança ocorre em mim também, já que uma denominação a meu respeito é alterada. Deste modo, todas as coisas estão, de uma certa maneira, contidas em todas as coisas. (Leibniz, 1676).

Já no que se refere a matemática, a sua filosofia consiste em compreender o mundo por meio de uma teia formada de coisas simples, mas que combinadas compõem um todo complexo o que expressa perfeitamente o pensamento balizado pela abstração, ou seja, pela extração das coisas essenciais de cada objeto por vezes diferentes. Esses interesses serviram de fundamento para a definição de suas motivações, os quais são bem explicitados na forma como ele lidava com a matemática, e esta servindo a ele como uma ferramenta a mais para consolidar suas ideias e concepções do mundo ao seu redor, porém, juntando-se a isso sua peculiar genialidade foi inevitável que também contribuísse de forma tão original com grandes feitos para a Rainha das ciências.

Em um artigo de 1694, “Considerações sobre a diferença que existe entre a análise ordinária e o novo cálculo dos transcendentais”, ele afirmou que seu método fazia parte de uma matemática geral que tratava do infinito e que, por isso, ele seria necessário se quiséssemos usar a matemática na física, uma vez que o infinito está na natureza (ROQUE, p. 356).

É comum Leibniz ser apresentado, a despeito de suas realizações, como matemático no sentido de apresentar uma imagem de que suas motivações residiam em um primeiro momento na matemática, apesar de ser quase uma constante de que em sua época grandes pensadores inevitavelmente enveredavam também pelos caminhos da matemática, sua biografia nos revela interesses diferentes no início de sua carreira como pensador, no caso, o interesse por direito, apesar de, como já dito anteriormente, em um segundo momento, expandir seus interesses por outras áreas.

Aos 14 anos (1660), Leibniz estava pronto para enfrentar a Universidade de Leipzig. Ali cursou direito, rapidamente expandindo seus estudos para abranger todas as interpretações possíveis desse assunto, incluindo as leis da física, as leis da filosofia, as leis da matemática e quase todos os conceitos políticos e a história das leis (STRATHERN, 200, p. 7).

Como podemos perceber através de seus escritos, havia nele um interesse profundo pela filosofia e um objetivo bem definido de elaborar um sistema próprio que pudesse dar soluções de natureza metafísica a problemas mecânicos com o intuito de explicar o mundo de maneira que lançasse mão de recursos que fossem além da simples *fê*, de fato, em contraste com os dias atuais a *fê* a qual no referimos, da época de Leibniz, não era irracional nem tampouco dissociada das capacidades reflexivas do indivíduo, pelo contrário, Leibniz e muitos outros consideravam perfeitamente razoável que se pensasse Deus a partir de um ponto de vista lógico, o que por sua vez já era uma consequência dos padrões que orientavam a corte alemã quanto ao que era considerado civilizado:

A importância da boa forma, a marca característica de toda “sociedade” autêntica; O controle dos sentimentos individuais pela razão, esta é uma necessidade vital para todos os cortesãos; O comportamento reservado e a eliminação de todas as expressões plebeias, sinal específico de uma fase particular na rota para a “civilização” (ELIAS, p. 34, 1990).

Na Alemanha a classe intelectual é formada pela classe média em contraposição a França e a Inglaterra onde eram a corte e a alta aristocracia. Como dito antes o conceito de civilização, para Norbert Elias tinha dois lados: *Kultur* e *Zivilization*. A auto-imagem e a autoconsciência alemã contribuíram para que Leibniz se envolvesse com a matemática, seja indiretamente, por meio de episódios favoráveis que proporcionaram esse encontro, seja por meio das figurações que contribuíram para a elaboração do seu sistema filosófico que por sua

vez influenciou seu trabalho na matemática. Os costumes moldados na corte alemã oprimiam modos de agir disciplinados, mas mesmo que essas regras e padrões de comportamento não tivessem uma participação direta eles refletiam indiretamente pois exigiam o conhecimento de idiomas como o francês os quais lhe deram não somente acesso a importantes trabalhos, mas que também lhe possibilitaram um emprego na corte e uma consequente viagem a França.

O conceito de Kultur se opõe, na Alemanha, ao conceito de Zivilization, ambos resultantes de uma diferenciação existente na sociedade no final do século XVIII, de um lado situavam-se aqueles indivíduos que falavam francês e decidiam a política (Zivilisation). E, do outro, aqueles que falavam alemão e que era formado por burgueses, funcionários públicos, e ocasionalmente alguns nobres proprietários de terras, esses últimos não tinham representação nenhuma na política (BRANDÃO, p.86, 2003).

Em contraste com o conceito alemão, a França incluía seus intelectuais na esfera política, diferente dos alemães que restringia essa classe a produções filosóficas e literárias, expressando através desse conceito seu orgulho por aquilo que sua nação representava no que dizia respeito ao progresso nacional.

A principal evidência que pudemos perceber entre as contribuições de Leibniz a matemática e o conceito de civilização alemã está no fato de que a própria língua alemã não era bem vista entre as rodas de conversas da alta sociedade da época, de fato, sua língua era tido como inferior e caso o indivíduo não fizesse uso do francês dificilmente teria acesso a estes grupos.

O alemão, a língua das classes baixa e média, é pesado e incomodo. Leibniz, o único filósofo cortesão alemão, o único grande alemão dessa época cujo nome desperta aplausos em círculos cortesãos mais amplos, escreve e fala francês ou latim, raramente o idioma nativo. E o problema da língua, O problema do que pode ser feito com este desengonçado idioma, ocupa-o também, como ocupou tantos outros (ELIAS, p.29).

Foi esse diferencial linguístico que abriu as portas para que ele pudesse não apenas ser conhecido como também conhecer muitas obras escritas em francês e latim, já que um dos reflexos do período pós-guerra era o problema quanto a sua identidade como nação, isso é verificado na desvalorização do seu próprio idioma, tido como bárbaro, tanto que aqueles ligados e que de alguma maneira contribuíam com política e que falavam francês estavam no *topo da sociedade*.

Esse atributo linguístico permitiu que Leibniz pudesse escrever e publicar seus trabalhos em latim e em francês, os idiomas nos quais os trabalhos científicos eram publicados, além também de ter conseguido um cargo no governo, que o possibilitou que viajasse para a França¹⁴, onde teve seus primeiros contatos com a matemática contemporânea, os quais se deram por meio de Christian Huygens, ex-aluno de Descartes, e portanto, familiarizado e influenciado pelo pensamento analítico quanto a abordagem de problemas, este sugeriu ao jovem alemão que estudasse os tratados de Pascal² como introdução aos seus estudos na matemática.

Nesse período, embora o cálculo seja relacionado ao problema de encontrar retas tangentes a curvas, já haviam algumas soluções para casos particulares, e nomes como John Wallis (um dos fundadores da Royal Society), o qual através de sua obra “*Arithmetica infinitorum*” deu um tratamento diferenciado aos indivisíveis estabelecendo uma relação numérica ao invés de geométrica entre eles, Gregory e Isaac Barrow já haviam obtido êxito nesse sentido (ROQUE, 2010), entretanto não haviam chegado a uma generalização dos seus resultados, seus trabalhos eram geralmente desenvolvidos a partir de curvas específicas, as quais eram interpretadas ora como expressões algébricas, ora como trajetória de um ponto em movimento ou como um polígono cujo número de lados era infinito.

A grande novidade no método de Leibniz foi sem dúvidas o seu poder de generalização, até então, por exemplo, o método cartesiano não abrangia as curvas transcendentais, a exemplo da cicloide. Um dos métodos já conhecidos na época era o de Fermat (1601-1665) que abrangia não apenas tangentes a curvas do tipo $y = x^m$ - mais especificamente, esse método permitia a Fermat encontrar os pontos de máximo e de mínimo, esta é então uma das diferenças em relação ao método leibniziano, bem como a área delimitada sob elas, nesse caso fazendo uso de séries infinitas¹, inclusive um dos problemas propostos por Huygens a Leibniz foi encontrar a soma da série abaixo:

$$S = \frac{1}{1} + \frac{1}{3} + \frac{1}{6} + \frac{1}{10} + \frac{1}{15} + \dots + \frac{1}{i(i+1) \cdot 2}$$

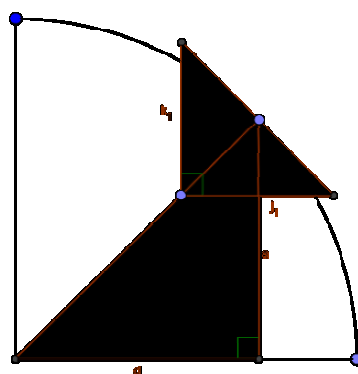
Em 1675 (aos 39 anos), três anos após sua chegada a França, criou o cálculo, um método para encontrar retas tangentes a curvas bem como a relação desta com a área sob a mesma curva, que na época consistia em um dos problemas mais abordados pelos matemáticos, na abordagem de Newton estava presente um conceito de movimento, denominado por ele de método das fluxões, enquanto que na abordagem de Leibniz, é perceptível a presença de suas

¹⁴ Para mais detalhes acerca das viagens de Leibniz consultar os apêndices E e F.

ideias filosóficas, no caso, relacionadas a infinitésimos, que apesar de não ser consistentes com suas mônadas podemos ver certas semelhanças, principalmente por lidar com elementos (no caso, números) infinitamente pequenos, de fato, sua abordagem consistia em expressar a razão entre os dois catetos de um triângulo retângulo quando esses catetos se aproximam de zero, o que foi alcançado pelo que ele denominou de triângulo característico.

Até seu encontro com Huygens em Paris, Leibniz restringira seus estudos a teologia, direito e filosofia, e em 1673 concebeu um novo olhar sobre as retas tangentes relacionando-as as razões entre os catetos de dois triângulos semelhantes, no qual um deles era reduzido a tal ponto que as medidas de seus catetos aproximarem-se de zero, tal triângulo foi denominado de triângulo característico, nesse ponto não conseguimos identificar motivações do ponto de vista prático, tão somente interesse por parte de Leibniz em buscar soluções para problemas já existentes, mas apenas atentando para os aspectos matemáticos no sentido puro da palavra. Sendo assim, se não era predominante tal motivação resta para nós aceitar que estas eram apenas pessoais e que visava resultados mais abrangentes na matemática, ou seja, estas motivações eram internas a própria disciplina, porém seus métodos totalmente influenciados por sua filosofia.

Figura 4: Desenho geométrico do triângulo característico



Fonte: Produção própria

Apesar dessa prática, no qual buscava conhecer e explicar a natureza e a mecânica do universo através de sua concepção, inicialmente influenciadas por Aristóteles, mas que posteriormente abandonadas, de que todas as coisas eram formadas por unidade, denominadas por ele de mônadas, tal perspectiva coincide com a concepção de civilização que os povos alemães tinham.

O conceito alemão de kultur alude basicamente a fatos intelectuais, artísticos e religiosos e apresenta uma tendência de traçar uma nítida linha divisória entre fatos desta tipo, por um lado, e fatos políticos, econômicos e sociais, por outro (Elias, 1994, p.24).

Percebemos que sua maneira de conceber o conhecimento estava bem em harmonia com a concepção alemã de civilização, a sua busca pela explicação do equilíbrio que havia na natureza era talvez uma expressão de uma consciência nacional que ansiava por uma definição identitária e por uma unificação, já que seu nascimento se deu apenas dois anos depois do fim da Guerra dos trinta anos, evento que havia deixado um rastro de destruição e instabilidade, é evidente então a influência do seu contexto na sua percepção de mundo, diferentemente dos franceses e ingleses os quais não evidenciavam tal preocupação, dando por outro lado mais ênfase a conhecimentos práticos mais relacionados a mecânica, tanto que a ida de Leibniz e sua estadia na França deram a ele a oportunidade de desenvolver sua matemática por meio da abordagem de problemas físicos.

As motivações de Leibniz definitivamente não residiam propriamente na matemática, para ele, esta consistia mais em um meio para outro objetivo, que era de estabelecer seu sistema filosófico de maneira consistente, e era na matemática que estava a chave para conseguir trazê-lo a um patamar que estivesse além da metafísica, para ele não eram suficientes conclusões alcançadas apenas pela lógica de seus argumentos internos de forma que o torna-se conciso e resistente a possíveis refutações futuras, era necessário o olhar de alguém com um olhar diferenciado e perspicaz, assim é provável que a busca da matemática como ferramenta para tal objetivo tenha sido fator crucial para que chegasse a sua própria concepção do cálculo. Tal confiança na matemática fica clara em uma correspondência endereçada ao matemático francês L'hôpital:

Deve-se solicitar uma opinião aos matemáticos e não aos meros filósofos. As idéias metafísicas não podem deixar de parecer estranhas a mentes que não estão acostumadas a pensar. Espero que eles não se irrite com isto (LEIBNIZ, 1695).

De acordo com a teoria elisiana, a Alemanha tinha visão bem particular do que viria a ser *civilização*, para essa nação esse termo estava estreitamente ligado a visão que eles próprios tinham de si mesmos, havia uma busca intensa para redefinir sua identidade como nação, levando-os ao extremo de desprezarem a própria língua materna, considerando-a apenas para as classes mais baixas, aqui a genialidade de Leibniz contribui para que ele se destacasse, pois antes já havia aprendido a língua francesa o que lhe proporcionou que tivesse mais liberdade nos meios da alta sociedade.

Outro aspecto que pudemos perceber foram as influências das figurações sociais as quais estava inserido, desde sua infância até sua vida adulta, corroborando com o que Norbert Elias nos diz acerca do limite de liberdade individual que temos e que não é possível conceber o indivíduo apenas como um *produto do meio* nem tampouco como alguém isolado da sociedade a qual pertence e que essas relações contribuem para tudo que ele empreenda realizar, sejam quais forem suas áreas de atuação.

6. CONCLUSÃO

O conceito de processo de civilização desenvolvido por Norbert Elias é referência no que se trata de descrever como se deu e quais os motivos que levaram às mudanças de comportamento humano. É interessante que o professor de matemática que queira integrar aos seus planejamentos tópicos de história da matemática compreenda certos contextos históricos e sociais e suas relações com outras áreas de conhecimento, no nosso caso a Sociologia e a Filosofia, evidenciando, em última instância essas influências no fazer matemático.

Vimos nesse trabalho o quanto houve de avanço não apenas na matemática, mas na física, pois nos detemos apenas em expor alguns fatores determinantes para as contribuições de apenas alguns matemáticos de países como a Alemanha, França e Inglaterra, especificamente, no período que compreende os séculos XVI, XVII e XVIII; período este, exatamente considerado por Norbert Elias para análise a fim de desenvolver seu conceito de processo civilizador. De fato, a sociedade exerce um papel importante na formação e no direcionamento do indivíduo, porém não de forma exclusiva, existindo sempre um grau de individualidade, mesmo que mínimo.

Oportuno lembrar, quando colocamos os estudiosos mencionados, não temos intuito de colocar a história matemática individualizada, sabemos que o conhecimento histórico se constrói coletivamente em contextos sócios culturais diversos marcados pelo seu tempo. Nesse sentido, alertamos para o papel relevante das instituições que eles participavam.

É interessante como exatamente nesse período houve tanto avanço na ciência matemática e que apresenta relações com o contexto social e histórico da época. É certo afirmar que o desenvolvimento da história da matemática caminha junto ao que Norbert Elias chama de processo civilizador, ou seja, com vista ao desenvolvimento de modelos que compreendesse o futuro promissor para o bem-estar da humanidade, e mais, tal desenvolvimento está relacionado diretamente aos contextos nos quais cada personagem estava inserido bem como ao seu grau de individualidade.

A escola e a família, por sua vez, têm um papel fundamental, principalmente por ser responsável por apresentar o conhecimento acadêmico ao aluno, no caso da escola, caso não seja apta a incentivar e nutrir a criatividade cabe então aquele que está inserido nela persistir em suas buscas, como o vimos nesse trabalho, no qual na maioria das vezes esta instituição não alcançava tais objetivos, a família por sua vez influenciou no sentido de formar a personalidade

do indivíduo, sendo que está formação apresentava-se por vezes, de maneira positiva e em outras de maneira negativa.

A história da matemática tem-se mostrado uma ferramenta útil e eficaz quando considerada no planejamento de aulas que fogem dos padrões normalmente em evidência, estreitar sua relação com a sociologia e mostrando seu profundo vínculo com a filosofia e os contextos nas quais estava inserida abre um leque de possibilidades de discussões em sala de aula que pode levar o aluno a outra concepção da matemática, e mais que isso, ele terá a oportunidade de conhecer sua essência e seus fundamentos, já que poderá ter contato o pensamento filosófico subjacente a ela. Esse também é um dos intuitos desse trabalho, contribuir de alguma forma para que o professor tenha algumas referências acerca da relação entre a matemática e a sociologia de Norbert Elias.

É nisso que consiste a Filosofia da Educação: interrogar os fins e os meios da ação educadora. É colocar a prática educacional do nível do saber fazer em sintonia com questões como por que e para que fazer desse modo. É esse o sentido da prática refletida. (BICUDO e GARNICA, 2001 p. 28).

Portanto, é interessante que o aluno, durante seu contato com a matemática possa vislumbrar não apenas o contexto histórico no qual determinados conhecimentos foram desenvolvidos, mas levantando questões referentes ao seu impacto do ponto de vista sociológico, ou ao menos levantar essa hipótese, pois diante daquilo que é atualmente requerido do aluno no cenário social, é imprescindível que haja uma interação mais efetiva da Matemática com outras áreas, de preferência, ditas opostas às ciências exatas. Dessa forma o educando estará sendo preparado não apenas para conseguir sua tão sonhada vaga na Universidade, mas estará também adquirindo um olhar diferenciado sobre o mundo no qual está inserido.

REFERÊNCIAS

ASSMAR, Eveline Maria Leal; JABLONSKY, Bernardo; RODRIGUES, Aroldo. Roberto Leon. **Psicologia social**. Petrópolis – RJ. Editora Vozes Ltda, 2009.

BATTISTI, César Augusto. **O método de análise cartesiano e o seu fundamento**. Scientle Studia, São Paulo, v. 8,n. 4, 2010.

BICUDO, Maria Aparecida Viggiani; GARNICA, Antonio Vicente Marafioti. **Filosofia da Educação Matemática**. 4. Ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2001.

BRANDÃO, Carlos Fonseca. **Norbert Elias: Formação, educação e emoções no processo de civilização**. Petrópolis: Editora Vozes, 2003.

BLOOR, David. **Cadernos de educação matemática: Sociologia da matemática**. Editora: Associação de professores de matemática n. 3. 1998.

CALAZANS, Alex. **Um panfleto de Berkeley contra as práticas matemáticas de Newton e de Leibniz**. Scientle Studia, São Paulo, v. 8,n. 4, 2010.

D'AMBRÓSIO, UBIRATAN. **Da realidade à ação: reflexões sobre educação e matemática**. 2ª. Campinas: Ed. Da Universidade estadual de Campinas, 1986.

DESCARTES, René. **O discurso do método**. Disponível em < <http://lelivros.space/book/download-discurso-do-metodo-rene-descartes-em-epub-mobi-e-pdf-2/> > Editora Acrópolis. Acesso em: 22/06/2016.

DESCARTES, René. **Regras para a direção do espírito**. Lisboa: Portugal, Edições 70, 1965.

DURKHEIM, Emile. **A evolução da pedagogia**. Tradução de Bruno Charles Magne. Porto Alegre: Editora Artes médicas, 1995.

ELIAS, Norbert. **A sociedade dos indivíduos**. Tradução de Vera Ribeiro. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 1994

ELIAS, Norbert. **O processo civilizador: uma história dos costumes vol. 1**. Tradução de Ruy Jungmann. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 1990.

EVES, Howard. **Introdução à história da matemática**. Campinas, SP: Editora da UNICAMP, 1997.

FRANCA, Leonel. **O método pedagógico dos Jesuítas. O “Ratio Studiorum”**. Rio de Janeiro, AGIR, 1952.

FREDGE, Johann Gottlob. **Os fundamentos da aritmética**. Tradução de Luis Henrique dos Santos. Disponível em < <https://marcosfabionuva.files.wordpress.com/2011/08/os-fundamentos-da-aritmc3a9tica.pdf> >, 1884. Acesso em 25/10/2016.

GARBI, G. G. **A Rainha das Ciências: um passeio histórico pelo maravilhoso mundo da matemática**. 5ª ed rev. E ampl. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2010.

LEIBNIZ, G. W. **Carta a L'Hopital**. Tradução de Fernando Barreto Gallas. Disponível em < <http://leibniz.pro.br> > Acesso em 10/06/2015. 1695.

LEIBNIZ, G. W. **Meditação sobre o princípio das coisas**. Tradução de Fernando Barreto Gallas. Disponível em < <http://leibniz.pro.br> > Acesso em 10/06/2015. 1676.

LEIBNIZ, G. W. **Sobre as formas simples**. Tradução de Fernando Barreto Gallas. Disponível em < <http://leibniz.pro.br> > Acesso em 10/06/2015. 1676.

MACHADO, José Nilson. **Matemática e realidade: das concepções às ações docentes**. 8 ed. São Paulo: Cortez, 2013.

MANUEL, Frank E. **A portrait of Isaac Newton**. Clarendon Press, Oxford, 1973.

NOLASCO, Fábio Mascarenhas. **Apresentação da “Universalidade do Pensamento” no séc. XVII: intuicionismo cartesiano e formalismo leibniziano**. Dissertação de mestrado, Campinas, 2010.

PAIS, Luiz Carlos. **Didática da matemática: Uma análise da influência francesa**. 3. Ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2001.

PONCZEK, Roberto Leon. **Deus ou seja a natureza: Spinoza e os novos paradigmas da física**. Disponível em < <http://books.scielo.org> > Acesso em 15/10/2016. Scielo Books, 2012.

PIAGET, Jean. **Seis estudos de psicologia**. 23 ed. Rio De Janeiro: Forense Universitária, 1998.

ROQUE, Tatiana. **História da Matemática: Uma Visão Crítica, Desfazendo Mitos e Lendas**. Rio De Janeiro: Zahar, 2012.

RUSSELL, Bertrand. **Introdução à filosofia da matemática**. Tradução de Augusto J. Franco de Oliveira. Centro de Estudos de História e Filosofia da Ciência da Universidade de Évora., 2006

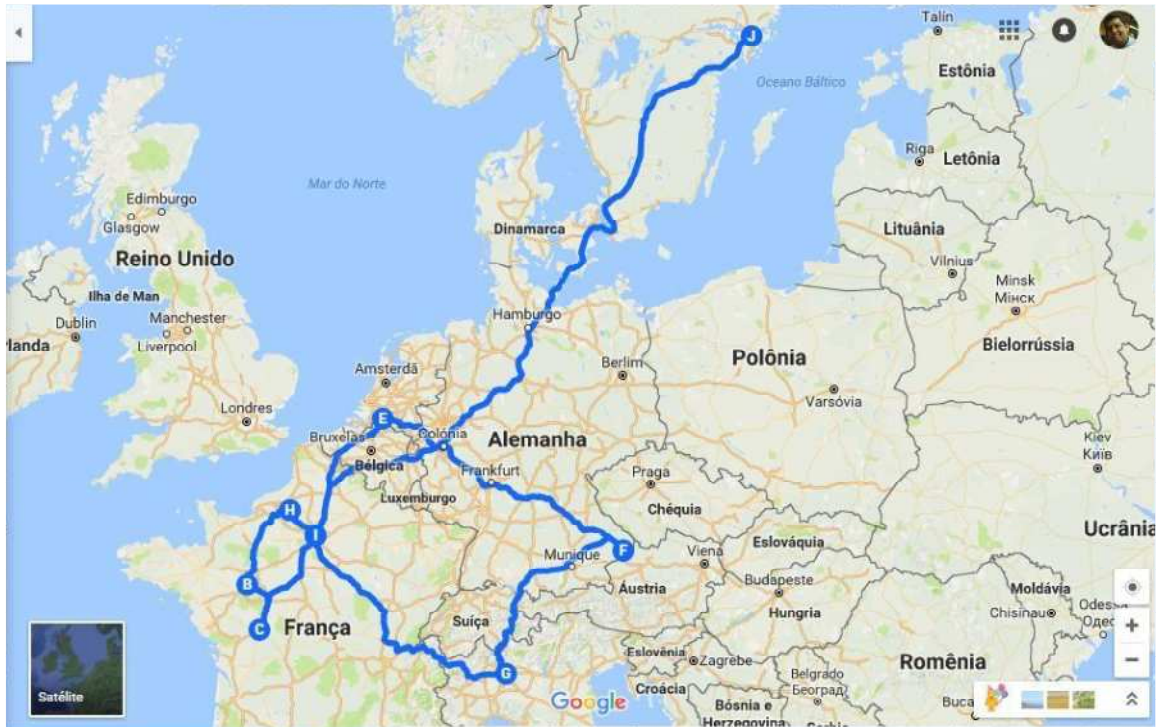
STRATHERN, Paul. **Descartes em 90 minutos**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 1999.

STRATHERN, Paul. **Leibniz em 90 minutos**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 1999.

STRUICK, Dirk J. David. **Cadernos de educação matemática: Sociologia da matemática**. Editora: Associação de professores de matemática n. 3. 1998.

WESTTFAL, Richard S. **A vida de Isaac Newton**. Tradução: Vera Ribeiro. Editora Nova Fronteira. Rio de Janeiro, 1995.

APÊNDICE A – REGISTRO DAS VIAGENS DE RENÉ DESCARTES



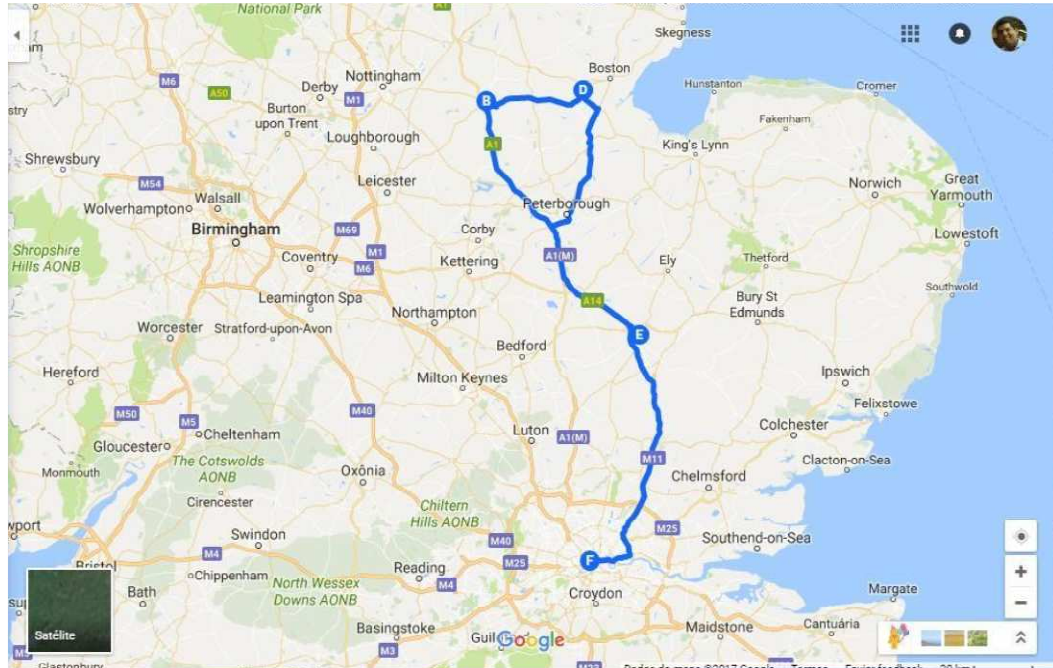
Fonte: Produção própria

APÊNDICE B – QUADRO DESCRITIVO DAS VIAGENS DE DESCARTES

Datas	Acontecimento	Local
1696	Nascimento	La Haye (A)
1604	Foi enviado a um colégio jesuíta	La Flechè (B)
1612	Iniciou seus estudos em direito	Poitiers (C)
1614	Começou a dedicar-se às suas ideias	Paris (D)
1618	Iniciou sua carreira militar	Breda (E)
Indefinida	Indefinida	Neuburgo (F)
Indefinida	Dedicação às suas ideias filosóficas	Loreto (G)
1623	Retornou a sua casa	La Haye (H)
Indefinida	Reencontra-se com Mersenne	Paris (I)
1649-1650	Falecimento	Estocolmo (J)

Fonte: Produção própria.

APÊNDICE C – REGISTRO DAS VIAGENS DE ISAAC NEWTON.



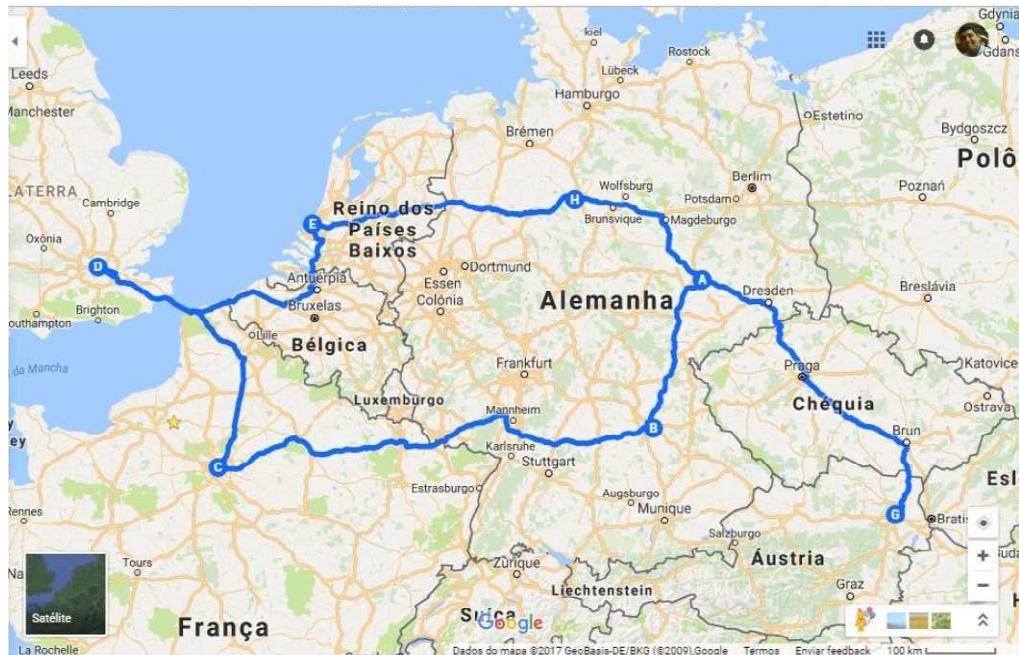
Fonte: Produção própria

APÊNDICE D – QUADRO DESCRITIVO DAS VIAGENS DE ISAAC NEWTON.

Datas	Acontecimento	Local
1642	Nascimento	Lincolnshire (A)
1654	Cursou o 1º grau	Grantham (B)
1661	Iniciou seus estudos no Trinity College	Cambridge (C)
1665	Retorna a sua casa devido a um surto de peste	Lincolnshire (D)
1676	Tem contato com as ideias de Espinoza	Cambridge (E)
1727	Falecimento	Londres (F)

Fonte: Produção própria

APÊNDICE E – REGISTRO DAS VIAGENS DE LEIBNIZ



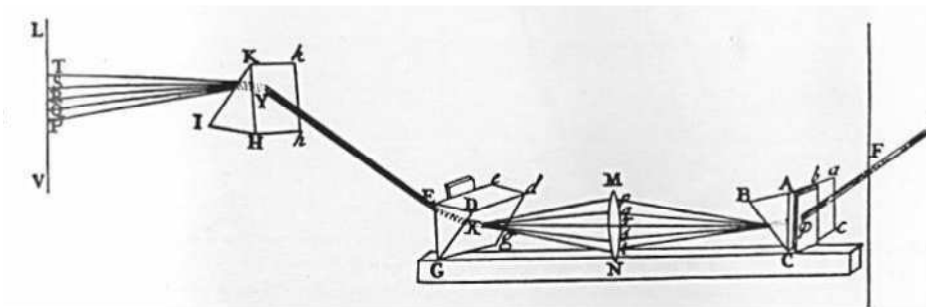
Fonte: Produção própria

APÊNDICE F – QUADRO DESCRITIVO DAS VIAGENS DE LEIBNIZ

Datas	Acontecimento	Local
1646	Nascimento	Leipzig (A)
1666	Recebe o título de doutor	Altdorf (B)
1672	Apresenta seu plano para conquistar o Egito a Luis XIV	Paris (C)
1676	Tem contato com as ideias de Espinoza	Londres (D)
1676	Tem contato com as ideias de Espinoza	Haia (E)
1676	Ocupa o cargo de bibliotecário	Hanôver (F)
1712	Indefinido	Viena (G)
1716	Falecimento	Hanover (H)

Fonte: Produção própria

APÊNDICE H – DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DO EXPERIMENTUM CRUCIS



Fonte: https://www.princeton.edu/~his291/Experimentum_Crucis.html