

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE MATEMÁTICA  
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA PURA E APLICADA

Phillip Wahlbrink Toujá

**MATEMÁTICA:**  
**Do que trata? Para que serve? Qual sua História?**

Porto Alegre

2014

Phillip Wahlbrink Toujá

**MATEMÁTICA:**

**Do que trata? Para que serve? Qual sua História?**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Matemática Pura e Aplicada do Instituto de Matemática da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para obtenção do título de Licenciado em Matemática.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Lucia Helena Marques Carrasco

Porto Alegre

2014

Phillip Wahlbrink Toujá

**MATEMÁTICA:**

**Do que trata? Para que serve? Qual sua História?**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Matemática Pura e Aplicada do Instituto de Matemática da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para obtenção do título de Licenciado em Matemática.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Lucia Helena Marques Carrasco

**Comissão Examinadora**

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Elisabete Zardo Búrigo  
Instituto de Matemática – UFRGS

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Débora da Silva Soares  
Instituto de Matemática – UFRGS

---

Prof.<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Lucia Helena Marques Carrasco – Orientadora  
Instituto de Matemática – UFRGS

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer ...

À minha mãe que me mostrou o valor do suor e do trabalho duro e, acima de tudo, a perseverar.

Ao meu pai pelas longas conversas e pelos conselhos naqueles finais de tarde de sábado que me acompanharão pela vida toda.

À Inelve que talvez em sua imensa generosidade não saiba importância do que fez por mim e do quanto isso significa, obrigado.

À Professora Dra. Lucia Helena Marques Carrasco por ter me ajudado na constituição desse trabalho, pelos telefonemas, e-mails e conversas no bar da arquitetura.

Ao Pedro pelas visitas de final de semana e por ser o melhor irmão do mundo.

Ao meu amigo Rafael por não ter ficado chateado comigo quando eu cancelei todas as visitas e sessões de vídeo game até a entrega deste trabalho.

Ao meu amigo Wagner. Muito embora não haja motivo especial por ele estar aqui, isso é para demonstrar que, apesar de separados geograficamente, nunca deixo de lembrar dele.

À Gabriela (vulgo Amor) por toda ajuda, suporte, carinho, compreensão, companheirismo e, principalmente, por sempre me apoiar e encorajar em qualquer coisa que eu faça.

Ainda, gostaria de agradecer pessoas de meu convívio que são muito especiais pra mim: Marcelo, Bruna, Rodrigo, Simone, Tati, Ju, Consuelo, Rafael, Edgar, Ronnie, Marculino, amigos da 12ª e do MP. Certamente devo ter esquecido alguém, mas não fiquem chateados comigo. Amo vocês!

Quero que saibam que amo todos e cada um de vocês e espero poder retribuir tudo o que vocês fazem por mim. Obrigado!

## RESUMO

Este trabalho apresenta uma análise de questionários respondidos por alunos do terceiro ano do Ensino Médio. Tal análise tem por objetivo a busca de pistas acerca do que os alunos pensam sobre o que é matemática e qual a sua utilidade. A partir das respostas dos alunos foram desenvolvidos os demais capítulos, com o intuito de estudar historicamente a construção dessa área de conhecimento e também de analisar a possibilidade de inserção de história da matemática como alternativa pedagógica, aliada à teoria da aprendizagem significativa de Ausubel. Finalmente, o último capítulo é dedicado ao confronto entre as respostas dadas pelos estudantes e a perspectiva história aliada à teoria da aprendizagem significativa.

**Palavras-chave:** História da Matemática. Aplicações da Matemática. Aprendizagem Significativa.

## **ABSTRACT**

This research presents an analysis of questionnaires answered by students of the 3rd year of High School. This analysis aims to search for clues as to what the students think about what mathematics is and what its usefulness. From the students' answers the other chapters were developed with the aim of studying the historical construction of this area of knowledge and also to examine the possibility of inclusion of the history of mathematics as a pedagogical alternative, coupled with meaningful learning theory of Ausubel. Finally, the last chapter is dedicated to the confrontation between the answers given by the students and the historical perspective combined with the meaningful learning theory.

**Keywords:** History of Mathematics; Applications of Mathematics; Meaningful Learning.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Disciplina de Preferência .....	15
Tabela 2 – Importância de se Estudar Matemática.....	16
Tabela 3 – Por que é Importante Estudar Matemática .....	16
Tabela 4 – Dificuldades em Matemática. ....	17
Tabela 5 – Presença da Matemática no Cotidiano.....	18
Tabela 6 – De que Forma a Matemática se Faz Presente .....	18
Tabela 7 – Aplicação de Conteúdos Específicos no Cotidiano.....	20
Tabela 8 – Aplicações Práticas da Matemática.....	20
Tabela 9 – Relação da Matemática com Outras Disciplinas .....	21
Tabela 10 – Qual Conteúdo Matemático de Preferência .....	22
Tabela 11 – Áreas em que a Matemática Está Presente .....	23
Tabela 12 – Área em que a Matemática não tem Aplicação.....	24
Tabela 13 – Do que Trata a Matemática.....	25
Tabela 14 - Maior Dificuldade dos Alunos.....	26
Tabela 15 - Dúvidas Sobre Matemática .....	27

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>10</b>
<b>2 CAMINHOS DA PESQUISA</b> .....	<b>13</b>
<b>2.1 O Questionário</b> .....	<b>14</b>
2.1.1 Questão 1.....	15
2.1.2 Questão 2.....	16
2.1.3 Questão 3.....	17
2.1.4 Questão 4.....	18
2.1.5 Questão 5.....	19
2.1.6 Questão 6.....	20
2.1.7 Questão 7.....	21
2.1.8 Questão 8.....	22
2.1.9 Questão 9.....	23
2.1.10 Questão 10.....	24
2.1.11 Questão 11.....	25
2.1.12 Questão 12.....	26
2.1.13 Questão 13.....	27
<b>2.2 O que é Matemática e qual sua Utilidade</b> .....	<b>28</b>
<b>3 A MATEMÁTICA COMO OBJETO DE ESTUDO</b> .....	<b>29</b>
3.1 Do que trata a Matemática.....	Erro! Indicador não definido.9
3.2 Sua utilidade .....	33
3.3 O porquê de se estudar Matemática.....	36
<b>4 HISTÓRIA DA MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO</b> .....	<b>38</b>
4.1 História X Princípio Genético .....	38
4.2 História e o potencial motivador .....	41
4.3 História e o resgate cultural .....	42
4.4 História como Organizador Prévio .....	44
<b>5 ANÁLISE DA PESQUISA E NOVAS ABORDAGENS</b> .....	<b>51</b>
5.1 Matemática desconectada.....	51
5.2 O que é Matemática.....	55



<b>5.3 História da Matemática .....</b>	<b>59</b>
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>62</b>
<b>7 REFERÊNCIAS.....</b>	<b>64</b>
<b>APÊNDICA A - QUESTIONÁRIO .....</b>	<b>65</b>
<b>APÊNDICE B - TERMO DE CONSENTIMENTO.....</b>	<b>66</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Há atividades que fazemos e gostamos e outras que, simplesmente, temos que fazer. Algumas fazemos, gostamos e sabemos o porquê de fazê-las, outras fazemos, gostamos e não sabemos o porquê. Entretanto, parece-me que o que mais gostamos de realizar são as atividades que sabemos porque estamos fazendo. Sempre achei meio esquisito efetuar algum tipo de tarefa sem saber direito os motivos que me levaram a fazê-la. Suponho que seja devido à sensação de que o ato se encerra nele mesmo, sendo seu nascimento e sua morte no mesmo instante. Claro que eventualmente há coisas que gostamos de fazer, mesmo sem saber se existe alguma finalidade. Muito embora no momento não me ocorra nada. Talvez até o final do trabalho eu consiga pensar em alguma coisa. Caso isso aconteça, não vou me furtar a escrever (nem que seja na seção destinada às referências).

Acho que dessa ideia (de não gostar de fazer alguma coisa sem saber o motivo) nasceu o interesse de executar o presente trabalho. Sempre que estive inserido no ambiente escolar, percebia certo desinteresse dos alunos pela disciplina de matemática. A partir dessa percepção começou a cristalizar-se o objeto do presente trabalho de conclusão. Inicialmente, desejava saber se minha hipótese relativa ao desinteresse se confirmaria, em caso positivo gostaria de saber (supondo ser algo particularmente importante) o que os alunos pensam que seja matemática, para que serve a matemática e qual a sua abrangência.

Ainda no campo da suposição, penso que o desinteresse pela matemática ocorre por não ficar bem claro na escola o que é matemática e também qual sua utilidade. Por exemplo, a pergunta mais recorrente em sala de aula de matemática é: *“Mas, onde é que vou usar isso na minha vida!?”* O detalhe é que essa pergunta não costuma ser dirigida a um conteúdo específico de matemática (como determinantes, por exemplo), mas sim para a disciplina como um todo. Talvez devêssemos responder como o grande mestre Euclides, que, ao defrontar-se com uma questão semelhante, ordenou a um escravo que desse uma moeda a seu discípulo para que tivesse algum lucro com o que estava aprendendo. Mas, não creio que nossos alunos estejam preparados para essa resposta.

Durante minhas experiências de prática de ensino tive oportunidade de conversar com diversos professores que relataram ser esse desinteresse não somente com a matemática e sim com todas as disciplinas, mas nesse trabalho me limitarei a buscar as razões pelas quais existe (se é que existe) o desinteresse no âmbito da referida disciplina.

Retomando minha hipótese com relação ao possível desinteresse dos alunos, acrescento que ele também resulta da falta de vinculação da matemática com o restante das atividades dos seres humanos. D'ambrósio (1999) diz que um dos maiores pecados na educação é a desvinculação da matemática, pois basicamente a nossa civilização, isto é, a civilização ocidental, tem seus principais avanços muito por conta do estudo e desenvolvimento dessa ciência.

Neste trabalho, busco mostrar a importância de se estudar matemática e procuro indicar alternativas pedagógicas que ressaltem sua vinculação com as atividades humanas, desde as mais simples e corriqueiras até aquelas que não imaginamos que a matemática esteja presente, ou seja, o quanto o estudo dessa disciplina contribui para a produção da nossa sociedade.

O trabalho ficou estruturado em um total de sete capítulos, sendo que no primeiro introduzo o tema e exponho a organização do trabalho. No segundo específico e explico os objetivos do estudo e a metodologia utilizada, além de trazer o levantamento e as observações relativos aos questionários.

O capítulo três é uma discussão sobre matemática, na qual abordo aspectos relevantes acerca de seu desenvolvimento histórico, de suas características mais marcantes, de suas particularidades, se comparada com outras áreas do conhecimento, de como se constitui enquanto área do saber e, também, de várias de suas aplicações diretas e indiretas no cotidiano das pessoas, além de argumentar sobre razões possíveis para se estudar matemática. Este capítulo e o próximo foram elaborados por meio de pesquisa bibliográfica, tanto em livros de história da matemática como em obras que tratavam da história como alternativa pedagógica.

O capítulo quatro se destina a um estudo a respeito de como a história, aliada à teoria da aprendizagem significativa, pode contribuir para a ação pedagógica, no sentido de mostrar a matemática como uma área de saber historicamente constituída, continuamente conectada com as outras áreas do conhecimento

científico, e tudo isso sendo feito com base nos conhecimentos previamente adquiridos pelos estudantes.

O capítulo cinco trata da análise dos dados obtidos a partir dos questionários aplicados a alunos do terceiro ano, de três escolas estaduais de Porto Alegre. Ao final do capítulo faço a ligação entre as respostas dos alunos e a teoria estudada, visando o reconhecimento de possibilidades de uso da história da matemática no ensino.

Por último, o capítulo seis se destina às considerações finais do presente trabalho, no qual ressalto a possibilidade de inserção pedagógica da história da matemática e também destaco a importância de se aproveitar o conhecimento prévio do aluno nas atividades a serem desenvolvidas em âmbito escolar.

## 2 CAMINHOS DA PESQUISA

Devido às inquietações manifestadas anteriormente sobre o desinteresse dos alunos na disciplina de matemática nasce o objeto de estudo do presente trabalho: investigar como os alunos veem e compreendem a matemática e conjecturar acerca da contribuição de sua história para a aprendizagem dos alunos. Penso que investigar o que os alunos pensam sobre matemática e quais relações estabelecem com o cotidiano podem me dar pistas sobre as possíveis razões para a ocorrência do desinteresse dos alunos, ainda que não se conheça as dimensões de tal ocorrência.

Desse modo, para se chegar a esse objetivo efetuei uma pesquisa junto a um determinado grupo de alunos do terceiro ano do Ensino Médio, interrogando acerca do que pensam sobre matemática, em especial sobre as relações que estabelecem entre a disciplina e as outras áreas do conhecimento e sobre as aplicações no cotidiano, tanto direta quanto indiretamente.

A pesquisa foi efetuada por meio de um questionário (APÊNDICE A) entregue aos alunos, contendo um total de treze questões, sendo algumas delas de caráter fechado, isto é, objetivo, e outras de caráter mais aberto.

Escolhi o questionário como método para coleta de dados nesta pesquisa, pois queria ter uma base de dados razoavelmente grande, uma boa diversidade de respostas, e também pela diversidade de questões que podem ser inseridas no referido instrumento (GIL, 2008).

Basicamente foi o quesito tempo que me fez optar pelo questionário, pois, por exemplo, caso optasse pela entrevista, teria que estabelecer contato com uma pessoa de cada vez, de modo que o grupo investigado seria bem menor.

Evidentemente, podemos notar diversas limitações no que concerne à utilização do questionário como, por exemplo, caso alguma questão não seja suficientemente clara para a pessoa que irá respondê-la, a ausência de um entrevistador provavelmente implicará em uma ausência de resposta ou até mesmo uma resposta que seja de difícil tabulação por não se enquadrar em alguma categoria estabelecida. Outro fator que diminui o potencial do questionário como

instrumento de pesquisa é o fato de que muitas pessoas podem simplesmente optar por não respondê-lo ou por entregá-lo sem que todas as perguntas estejam devidamente respondidas (GIL, 2008), o que, conforme veremos, efetivamente aconteceu, entretanto com uma minoria de alunos.

## **2.1 O Questionário**

No total foram preenchidos 58 (cinquenta e oito) questionários, por alunos de três escolas, situadas na área central de Porto Alegre (em duas escolas o questionário foi respondido por vinte e sete alunos e na terceira, por sete alunos). Além da escolha de escolas diferentes, optei por turnos diferentes, uma turma de cada turno, pois os turnos em que os estudantes estão inseridos ajudam a traçar o perfil de tais alunos, de forma que esperava obter respostas que fossem as mais heterogêneas possíveis. Destaco que os questionários sempre foram aplicados a alunos que estavam cursando o terceiro ano do Ensino Médio, escolha feita para envolver estudantes que já tivessem bastante bagagem matemática, vistos, no âmbito desta pesquisa, como os mais indicados para responderem as perguntas propostas.

A seção está dividida em treze subseções, destinadas à análise de cada uma das questões propostas nos questionários. Além da análise dos dados apresento em cada subseção uma tabulação das respostas mais citadas pelos alunos às questões propostas.

Sempre, antes da aplicação dos questionários, explicava aos alunos que a sua participação na pesquisa não era obrigatória e que poderiam deixar de respondê-lo, caso assim o quisessem ou se não soubessem. Orientava também que em determinadas questões poderiam escolher mais de uma alternativa ou dar mais de um exemplo ou preferência, conforme o desejo de cada um. Também solicitei, nesta ocasião, a autorização para a aplicação do questionário, através da assinatura de um Termo de Consentimento Informado (APÊNDICE B). Da mesma forma, entreguei cópia do Termo, assinado por minha orientadora e por mim.

### 2.1.1 QUESTÃO 1

A questão de número 1 é “Com qual disciplina escolar você mais se identifica?”. Meu intuito era mapear o espaço amostral com o qual estava lidando. Queria ter uma ideia da afinidade ou não dos alunos com a disciplina de matemática. Abaixo consta a estatística com as respostas dos alunos.

*Tabela 1 - Disciplina de Preferência*

MATÉRIA	PREFERÊNCIA	PORCENTAGEM
FÍSICA	1	1,72%
LÍNGUAS	1	1,72%
ARTES	1	1,72%
EDUCAÇÃO FÍSICA	2	3,45%
LITERATURA	3	5,17%
FILOSOFIA	3	5,17%
SOCIOLOGIA	3	5,17%
GEOGRAFIA	5	8,62%
QUÍMICA	5	8,62%
BIOLOGIA	6	10,34%
NENHUMA	6	10,34%
LÍNGUA PORTUGUESA	7	12,07%
HISTÓRIA	10	17,24%
MATEMÁTICA	14	24,14%
TOTAL	58	

Nesta questão era permitido que se escolhesse mais que uma disciplina, ou seja, caso o estudante se identificasse com quatro disciplinas, poderia citar todas elas no questionário. O resultado apresentado acima não deixou de ser uma surpresa, pois, para esse grupo de alunos, quase 25% tem como matéria de preferência a matemática. Entretanto, de certa forma, paradoxalmente, a física, na qual a matemática tem diversas aplicações, aparece somente com um voto, ou seja, 1,72% da preferência, o que pode sugerir a falta de interligação entre duas disciplinas que historicamente contribuem uma para o crescimento da outra, enriquecendo as duas ciências. Outro percentual que surpreendeu foi o de 10,34% (quarta posição), relativo ao número de estudantes que disseram não ter afinidade com qualquer disciplina, mesmo número dos que indicaram preferência pela biologia; percentual baixo, sem dúvida, mas de grande expressividade nesta tabulação.

Surpreendem também estes dados na medida em que geralmente se diz que a matemática é a disciplina da qual os alunos menos gostam ou que consideram mais difícil. Além disso, se procurarmos no site de pesquisas *google* pelos termos “disciplinas que os estudantes menos gostam” a primeira entrada será um artigo intitulado “Rejeição à Matemática”.

Assim, tendo em vista o fato de que a matemática foi a disciplina de preferência de boa parte dos alunos, tive a expectativa de que eles saberiam falar de algumas aplicações da matemática e de algumas situações em que a matemática estivesse presente no cotidiano, mas, conforme dados apresentados a seguir, não foi o que aconteceu.

### 2.1.2 QUESTÃO 2

A questão de número 2 é “Você acha importante estudar matemática? Por quê?”. Meu objetivo com essa questão era de mapear, nesse espaço, o número de alunos que achavam que a disciplina tinha relevância em sua formação escolar básica, mas também de tentar encontrar pistas do porquê ser relevante ou não. Um número significativo de estudantes considerou que era importante estudar matemática, conforme tabela abaixo:

*Tabela 2 - Importância de se Estudar Matemática*

TIPO DE RESPOSTA	FREQUÊNCIA	PORCENTAGEM
SIM	54	93,10%
NÃO OU NÃO SABE	4	6,90%
TOTAL	58	

Os números expressos na tabela não deixam dúvida de que, para este grupo de alunos, a matemática é bastante importante, sendo que 93% dos alunos apontaram nessa direção.

Entretanto, ainda há uma segunda estatística que diz respeito ao motivo pelo qual esses estudantes consideram a matemática importante. Essa estatística é apresentada na tabela abaixo:

*Tabela 3 - Por que é Importante Estudar Matemática*

TIPO DE RESPOSTA	FREQUÊNCIA	PORCENTAGEM
------------------	------------	-------------



SIM	3	5,17%
NÃO OU NÃO SABE	4	6,90%
SIM, POIS DESENVOLVE O RACIOCÍNIO	5	8,62%
DEPENDE DA PROFISSÃO QUE ESCOLHER	8	13,79%
SIM, MAS NÃO TUDO	8	13,79%
SIM, POIS TEM APLICAÇÕES NO COTIDIANO	30	51,72%
TOTAL	58	

Conforme podemos ver, os 93% foram divididos em outras cinco categorias. A categoria dos que acham que é importante, entretanto não apresentaram qualquer justificativa para isso. Aqueles que apresentam o conhecido argumento de que a matemática tem como prerrogativa o desenvolvimento do raciocínio. Há também os que disseram que depende da profissão que se escolher. Outros dizem que é importante, mas não em tudo, sem, entretanto, dizer no que ela é importante e no que não é.

### 2.1.3 QUESTÃO 3

Com a terceira questão: “Você já teve dificuldades nas aulas de matemática? Como foi isso?” tinha como intuito que os alunos relatassem alguma experiência ocorrida em aulas de matemática, na qual a dificuldade de aprender tenha sido marcante. De fato, não esperava que as respostas fossem do tipo “Sim, tive bastante dificuldade em matrizes”, e sim que fosse explicitado algum tipo de dificuldade que transcendesse o próprio conteúdo.

*Tabela 4 - Dificuldades em Matemática*

TIPO DE RESPOSTA	FREQUÊNCIA	PORCENTAGEM
SEM RESPOSTA	1	1,72%
NÃO	5	8,62%
SIM	52	89,66%
TOTAL	58	

Conforme a tabela, quase 90% dos estudantes relataram dificuldades em matemática, entretanto apenas quatro destes especificaram o conteúdo em que tinham mais dificuldade. Os conteúdos indicados por eles foram matrizes e regra de sinais.

Parte dos demais alunos respondeu simplesmente que tiveram dificuldades, entretanto não declararam qualquer coisa além disso. A outra parte dos alunos

respondeu que as dificuldades ocorreriam porque o professor explicava mal, ou porque a matéria em si é muito difícil, ou porque sofriam de algum bloqueio psicológico com relação à disciplina, ou porque não prestavam atenção suficiente nas aulas. Essa última resposta foi preponderante nos questionários. A falta de atenção foi uma das respostas mais levantadas pelos alunos, o que sugere que eles não têm interesse na matéria. Isso é paradoxal, pois, como vimos na tabulação apresentada na questão de número um, a disciplina predileta desse grupo de alunos é a matemática.

#### 2.1.4 QUESTÃO 4

A quarta questão gera duas tabelas diferentes, apresentadas na sequência. A pergunta é “Você acha que a matemática está presente em seu cotidiano? De que forma?”.

*Tabela 5 - Presença da Matemática no Cotidiano*

TIPO DE RESPOSTA	FREQUÊNCIA	PORCENTAGEM
NÃO, NÃO SABE OU NÃO RESPONDEU	6	10,34%
SIM	52	89,66%
TOTAL	58	

Um número muito grande de alunos supõe a matemática como presente em seu cotidiano. Cabe esclarecer que dos outros 10% referentes à primeira categoria, apenas um aluno afirma que a matemática não está presente em seu cotidiano. Nesta questão esperava que fossem citadas algumas aplicações conhecidas da matemática, como as aplicações da geometria e das funções. Entretanto, o cenário expresso pela tabela abaixo difere desta hipótese.

*Tabela 6 – De que Forma a Matemática se Faz Presente*

TIPO DE RESPOSTA	FREQUÊNCIA	PORCENTAGEM
SIM, RESPOSTA DIFERENTE	3	5,17%
NÃO, NÃO SABE OU NÃO RESPONDEU	6	10,34%
SIM, COMPRAS	20	34,48%
SIM, EM TUDO	29	50,00%
TOTAL	58	

Aqueles que reconhecem a matemática como presente no dia-a-dia não sugerem aplicações muito variadas, conforme se pode observar. Uma fatia considerável dos alunos assinalou que a matemática é importante durante a realização de compras, ao contar, por exemplo, o troco recebido no ônibus ou no mercado. Ainda, é expressivo que 50% dos estudantes afirmam ser a matemática importante em tudo, sem dizer qualquer aplicação específica. A categoria chamada “resposta diferente” sintetiza três respostas, referindo-se a aplicações na modelagem de estrutura de jogos digitais, em outras ciências exatas como física e química e na estatística.

Conforme observamos, houve especificação de somente quatro tipos de respostas sobre aplicações da matemática no dia-a-dia. Dado importante que sugere que esse grupo de alunos não está acostumado a pensar sobre as aplicações da matemática ou não as conhece. A análise dessa questão se coaduna com a da questão de número dois que aponta a matemática como sendo importante, mas não fornece respostas sobre tal importância.

Cabe ressaltar também que o ato de comprar é muito presente no cotidiano das pessoas, sendo natural o seu destaque nesta questão. Entretanto, causa certo espanto o número alto de respostas que aponta nessa direção, pois a matemática tem várias outras aplicações e, inclusive, mais amplas.

### **2.1.5 QUESTÃO 5**

Na seguinte questão é perguntado aos alunos “Dos conteúdos citados abaixo, qual você acha que tem aplicação no seu dia-a-dia?”. Constam no rol de opções os conteúdos de funções, matrizes, equações, probabilidade, análise combinatória e geometria.

Nesta questão, como preparação para a seguinte, solicito aos alunos que apontem alguma aplicação prática da matemática. Minha intenção era de comparar as respostas às duas questões, na tentativa de estabelecer paralelos entre elas. Durante a realização da questão esclareci aos alunos que poderiam escolher mais de uma alternativa. A seguir apresento a tabulação dos dados.

*Tabela 7 - Aplicação de Conteúdos Específicos no Cotidiano*

CONTEÚDO	FREQUÊNCIA	PORCENTAGEM
MATRIZES	2	3%
ANALISE COMBINATÓRIA	2	3%
NENHUM	6	10%
GEOMETRIA	9	16%
FUNÇÕES	15	26%
PROBABILIDADE	20	34%
EQUAÇÕES	23	40%
TOTAL	58	

### 2.1.6 QUESTÃO 6

As questões acerca das aplicações da matemática são recorrentes ao longo do questionário no sentido de tentar obter dos alunos respostas diversas que forneçam aplicações variadas e interessantes. Assim, na questão 6 solicito novamente aos alunos que comentem alguma aplicação prática da matemática. As respostas geram a tabela a seguir.

*Tabela 8 - Aplicações Práticas da Matemática*

TIPO DE RESPOSTA	FREQUÊNCIA	PORCENTAGEM
DESIGN	1	1,72%
DETERMINAR ESPAÇO AMOSTRAL	1	1,72%
ENGENHARIA	1	1,72%
FÍSICA	1	1,72%
GRÁFICOS DE PORCENTAGEM	1	1,72%
MEDIR PLANTAS DE TERRENO	1	1,72%
MODELAGEM DE JOGOS	1	1,72%
HORÁRIO	2	3,45%
OUTROS	14	24,14%
COMPRAS	17	29,31%
NENHUMA OU NÃO RESPONDEU OU NÃO SABE	18	31,03%
TOTAL	58	

Mais uma vez boa parte dos alunos (29,31%) relacionou a matemática ao ato de fazer compras. Esse dado se coaduna com a escolha de boa parte dos alunos com as equações como um conteúdo que tem aplicação no cotidiano, pois para contar o troco fazemos uma pequena equação subtraindo o que foi pago pelo que foi gasto.

Observo que a maior parte dos alunos (31,03%) respondeu que não havia aplicação, ou que não sabia responder. Esse dado vai ao encontro do apresentado

na questão de número quatro, na qual pergunto se a matemática estava presente no cotidiano e de que maneira. Um número significativo de alunos respondeu que estava presente em tudo, entretanto não apontaram qualquer aplicação da matemática no dia-a-dia.

A categoria que designo como “outros” foi de respostas que, de certa forma, foram desconsideradas. O tipo de resposta que se enquadrou nessa categoria foi a dos alunos que escreveram a fórmula de Bhaskara como uma aplicação da matemática ou escreveram a equação da reta como aplicação da matemática. Também faz parte dessa categoria um grupo de alunos que respondeu que a soma, a subtração, a multiplicação são exemplos de aplicações da matemática. Talvez possamos pensar que são aplicações da matemática dentro da própria disciplina. Observo que esse grupo de alunos foi grande, representando quase 25% do total da amostra.

Apesar dessa questão ser muito parecida com a de número quatro, nessa questão a variedade de aplicações da matemática destacadas pelos alunos foi maior. Representando um total de nove aplicações diferentes, dentre elas várias aplicações bem específicas do conteúdo como design, medição de terrenos e modelagem de jogos.

### 2.1.7 QUESTÃO 7

A próxima questão é “A matemática tem alguma relação com as outras disciplinas? Comente uma relação”. Observo que foi esclarecido novamente aos alunos que poderiam responder mais de uma alternativa. Essa questão tem o intuito de verificar quais as relações que esses alunos estabelecem da matemática com as outras disciplinas escolares. Abaixo apresento o resultado da tabulação dos dados obtidos:

*Tabela 9 - Relação da Matemática com Outras Disciplinas*

TIPO DE RESPOSTA	FREQUÊNCIA	PORCENTAGEM
TODAS	2	3,45%
LÍNGUAS	3	5,17%
HISTÓRIA	5	8,62%
GEOGRAFIA	5	8,62%
NENHUMA OU NÃO RESPONDEU	8	13,79%
BIOLOGIA	9	15,52%

QUÍMICA	34	58,62%
FÍSICA	36	62,07%
TOTAL	58	

Conforme esperado, as disciplinas que mais tiveram votos foram a química, a física e a biologia. Boa parte dos alunos que respondeu que a matemática tem aplicação na física também o fez quanto à disciplina de química, sendo esse grupo bem homogêneo. O grupo que responde que a matemática tem aplicação na física corresponde a 62,07%. Os grupos de física, química e biologia ainda são seguidos daqueles que não responderam ou disseram que a matemática não tem qualquer aplicação aos outros conteúdos.

Entretanto, grande parte dos alunos não aponta quais são tais aplicações. Ainda, um grande número destes estudantes afirma que a matemática está presente por conta dos cálculos que são efetuados, dos números ou mesmo das fórmulas utilizadas. Mais uma vez, apesar de os estudantes reconhecerem a matemática como aplicada a certas disciplinas escolares, constato que esse grupo de estudantes não está acostumado a pensar sobre as aplicações da matemática ou não as conhece, conforme se pode assinalar a partir da análise dessas e das perguntas anteriores.

### 2.1.8 QUESTÃO 8

A questão de número oito diz: “Dos conteúdos que você aprendeu em matemática, qual você mais gosta?”. Essa pergunta tem a intenção de tentar relacionar os conteúdos de que os alunos mais gostavam àqueles que eles afirmam ter aplicações no cotidiano. O resultado quantitativo está explicitado na tabela a seguir.

*Tabela 10 - Qual Conteúdo Matemático de Preferência*

CONTEÚDO	FREQUÊNCIA	PORCENTAGEM
PA E PG	1	1,72%
JUROS	1	1,72%
ANÁLISE COMBINATÓRIA+PROBABILIDADE	3	5,17%
FUNÇÕES	3	5,17%
ARTIMÉTICA (SOMA+FRAÇÕES+MMC)	6	10,34%
MATRIZES	7	12,07%

NENHUM OU NÃO RESPONDEU	13	22,41%
GEOMETRIA (TRIGONOMETRIA+RETAS)	14	24,14%
EQUAÇÕES	15	25,86%
TOTAL	58	

Também nessa questão é permitido aos alunos que escolham mais de um conteúdo, conforme explicado anteriormente à aplicação do questionário. O resultado obtido é de que pouco mais de 25% dos estudantes tem preferência pelo conteúdo de equações, o que se coaduna com os dados obtidos nas perguntas anteriores, pois elas nos mostram que, para esse grupo de alunos, um conteúdo que tem aplicações no cotidiano é o de equações.

Entretanto, na terceira colocação aparecem aqueles que não fornecem resposta ou que não gostam de qualquer conteúdo em matemática. Esses dados também são fiéis ao que nos mostram as questões anteriores, no sentido de que boa parte dos alunos não aponta aplicações para os conteúdos de matemática ou não acha importante estudá-los.

### 2.1.9 QUESTÃO 9

Nessa questão o intuito é saber em quais áreas os estudantes pensam que a matemática está presente. A questão é formulada como “Em que áreas do conhecimento você acha que a matemática tem aplicação?”. Foram relacionadas diversas áreas engenharia, contabilidade, arquitetura, literatura, construção civil, gastronomia, carpintaria e música. Ainda há opção para os alunos indicarem alguma outra aplicação que não àquelas já relacionadas. Nessa questão também é dada a opção de se marcar mais de uma alternativa. Os dados obtidos geram a tabela a seguir.

*Tabela 11 - Áreas em que a Matemática Está Presente*

ÁREA	FREQUÊNCIA	PORCENTAGEM
OUTRAS, QUAIS?	2	3,45%
LITERATURA	6	10,34%
MÚSICA	14	24,14%
GASTRONOMIA	28	48,28%
CARPINTARIA	32	55,17%
ARQUITETURA	43	74,14%
CONSTRUÇÃO CIVIL	48	82,76%

ENGENHARIA	53	91,38%
CONTABILIDADE	53	91,38%
TOTAL	58	

Paradoxalmente às outras questões, boa parte dos alunos relaciona aplicações da matemática à contabilidade (91,38%), engenharia (91,38%) e construção civil (82,76%), sem falar nas demais áreas que também têm uma votação bastante expressiva como a arquitetura e a carpintaria. Penso que é fácil explicar o grande número de estudantes que apontam a contabilidade e a engenharia, pois culturalmente se diz que para ser um bom engenheiro ou um bom contador tem-se que saber bastante matemática.

Penso que arquitetura e carpintaria tiveram boa votação pela relação com a ideia de medida e comparação. No entanto, causou-me surpresa os resultados de gastronomia e música, mas por motivos diferentes. Anteriormente imaginava que a música teria uma votação maior em virtude de sua relação com as proporções. Por outro lado, a votação expressiva da gastronomia também me surpreendeu. Assim, procurando razões pelas quais isso possa ter ocorrido, lembrei-me de alguns exemplos usados para explicar frações e unidades de medida que talvez possam ter gerado a associação feita pelos alunos.

### 2.1.10 QUESTÃO 10

A próxima questão é “Há alguma área em que a matemática não tenha aplicação? Qual?”. A ideia é identificar quais áreas os alunos supõem que a matemática não está presente. Mais uma vez é possível assinalar mais de uma área. Os dados atinentes à referida questão seguem, conforme tabela abaixo.

*Tabela 12 - Área em que a Matemática Não tem Aplicação*

TIPO DE RESPOSTA	FREQUÊNCIA	PORCENTAGEM
RESPOSTA DESCONSIDERADA	3	5,17%
OUTRAS	9	15,52%
NÃO EXISTE	11	18,97%
NÃO RESPONDEU OU NÃO SABE	16	27,59%
HUMANAS	30	51,72%
TOTAL DE ALUNOS	58	



Mais de 50% dos alunos entende que não há aplicação da matemática nas ciências humanas. As ciências humanas citadas pelos alunos foram a história, a literatura, as línguas, a sociologia e a filosofia. No item que chamo de “outros” são apontados jornalismo, religião, artes e educação física. As respostas que desconsidero são “sim, é bem possível que tenha”, “probabilidade” e “Bhaskara”.

Entretanto, parte dos alunos responde que não há área em que a matemática não tenha aplicação. Também alguns não respondem ou afirmam que não sabem. Com essa questão também tenho por objetivo verificar se os alunos identificam as limitações dessa ciência. Como podemos ver, boa parte dos alunos identifica os limites da matemática.

### 2.1.11 QUESTÃO 11

A questão onze é bem direta, sendo formulada como “Do que trata a matemática?”. A questão tem o intuito de avaliar o que os alunos pensam sobre o que é matemática. As respostas dos alunos exigem uma tabulação bastante extensa, diferentemente do que ocorre nas questões anteriores quando todas as respostas cabem em poucas categorias. A variedade de tipos de respostas certamente se deu por conta de a questão ser muito aberta. Abaixo segue a tabela gerada da análise dos dados obtidos.

*Tabela 13 - Do que Trata a Matemática*

TIPO DE RESPOSTA	FREQUÊNCIA	PORCENTAGEM
FÓRMULAS	1	1,72%
CÁLCULOS+MEDIDAS	1	1,72%
EXATIDÃO	2	3,45%
CÁLCULOS+PROBLEMAS	2	3,45%
OUTROS	2	3,45%
CÁLCULOS+LÓGICA	3	5,17%
NÃO SABE	12	20,69%
CÁLCULOS+NÚMEROS	35	60,34%
SOMA	58	

Entretanto, apesar da variedade de respostas, observo que um tipo resposta predominou. Com mais de 60%, o tipo de resposta que dizia que matemática era a ciência “dos cálculos e dos números” foi o mais citado na presente questão. Cabe

ressaltar que, além dos alunos que definem a matemática como ciência dos cálculos e dos números, muitas respostas dão conta de que matemática é a ciência dos números ou que é a ciência dos cálculos, por este motivo combino os dois dados.

Claro que os números e os cálculos são parte da matemática, isso é não se pode negar. Mas, penso ser reducionismo acreditar que a matemática se constitui somente nisso. Ninguém citou, por exemplo, que a matemática tem a ver com busca de padrões, ou com comparações, ou com variação, etc. Tudo isso também é parte da matemática.

Uma fatia bem expressiva (21,69%) desses alunos atestou que não sabe responder a pergunta ou opta por não respondê-la. Somente um aluno relaciona matemática à ideia de medida e nenhum o fez com relação à ideia de comparação de objetos. Um conjunto de três alunos responde que a matemática é a ciência das fórmulas e também que matemática é a ciência da exatidão. A categoria “outros” foi estipulada, pois existem duas respostas que sou incapaz de enquadrar nas categorias anteriormente citadas. Essas respostas foram: “Trata-se de uma matéria que é preciso usar muito a cabeça” e “Se trata de nossa vida, e história”.

### 2.1.12 QUESTÃO 12

A questão doze é simplesmente “Qual sua maior dificuldade em matemática?”. O objetivo da questão é tentar mapear as principais dificuldades dos alunos. A tabulação dessa questão também foi bem extensa, pois os alunos citam grande diversidade de conteúdos.

*Tabela 14 - Maior Dificuldade dos Alunos*

TIPO DE RESPOSTA	FREQUÊNCIA	PORCENTAGEM
LOGARITMOS	1	1,72%
INTERPRETAR PERGUNTAS	1	1,72%
KRAMER	1	1,72%
MATRIZES	2	3,45%
GEOMETRIA	5	8,62%
ÁLGEBRA	3	5,17%
DECORAR	4	6,90%
OUTROS	4	6,90%
NÃO RESPONDEU	7	12,07%
SEM DIFICULDADES	8	13,79%
TUDO	8	13,79%

ARITMÉTICA	14	24,14%
TOTAL	58	

A aritmética fica em primeiro lugar nas dúvidas dos alunos, com quase 25% dos votos. É considerado como aritmética as indicações de dúvidas em mínimo múltiplo comum, regra de sinais e frações. Observo que as maiores dificuldades desses alunos residem no conteúdo que usualmente é aprendido na quinta série do ensino fundamental e que essas dúvidas persistem até o terceiro ano do ensino médio.

Depois de aritmética vem um grupo representativo daqueles que têm dificuldade em todos os conteúdos e daqueles que não têm dificuldade em qualquer conteúdo. Logo após aparecem os alunos que têm dificuldades em conteúdos variados, perfazendo um número pequeno em relação àqueles que têm as suas principais dificuldades em aritmética.

Mais uma vez estipulo uma categoria denominada de “outros”. Os que são enquadrados nessa categoria são aqueles alunos que afirmam que a sua principal dificuldade é “gostar” ou que apontam que a principal dificuldade reside no professor.

### 2.1.13 QUESTÃO 13

Na última questão, pergunto aos alunos se eles gostariam de saber alguma coisa sobre matemática. Os resultados obtidos fornecem a tabela a seguir:

*Tabela 15 - Dúvidas Sobre Matemática*

SIM/NÃO	FREQUÊNCIA	PORCENTAGEM
NÃO	48	82,76%
SIM	10	17,24%
TOTAL	58	

Ingenuamente esperava que os alunos manifestassem alguma curiosidade e perguntassem qualquer coisa acerca da disciplina. Entretanto o que se vê foi que a maioria esmagadora dos estudantes opta por não fazer qualquer pergunta sobre a disciplina. Alguns o fazem, entretanto as perguntas apresentam certo tom pejorativo como, por exemplo: “quando vou utilizar fórmula de Bharkara que não seja no

vestibular?” ou “Qual a probabilidade de se usar tudo que se aprende em matemática?”.

Somente dois alunos deste grupo perguntam dúvidas relativas a certo conteúdo em específico, que foram “como calcular logaritmos” e “para que serve a fórmula de Bhaskara”. Outros ainda perguntam o porquê de a matemática ser tão complicada. Ainda há dois defensores da matemática que perguntam o que seria do mundo sem ela. A questão tem por objetivo provocar os alunos no sentido de que perguntem para que serve determinado conteúdo ou de que expressem alguma dúvida sobre algum conteúdo em específico, entretanto as respostas foram sucintas e pouco acrescentaram ao que já tinha sido registrado.

A análise dessa última questão sugere, em contraposição aos dados obtidos na primeira pergunta, o desinteresse dos alunos pela disciplina, na medida em que não nutrem curiosidade pela disciplina. Neste espaço amostral foi considerado que 82,17% não têm perguntas e dos que têm eventuais perguntas, somente dois efetivamente formulam alguma acerca do conteúdo. Se fosse considerar como afirmativo apenas os dados dos dois que efetivamente perguntaram alguma coisa acerca da disciplina, o índice do que não fizeram qualquer pergunta se elevaria a 96,5%, sendo essa uma prova importante da falta de interesse desse grupo de alunos com relação à matemática.

## **2.2 O que é Matemática e qual sua utilidade?**

O que mais chama a atenção nas respostas dos alunos ao questionário é o fato de que, apesar de pensarem a matemática como sendo importante, os alunos não apontam a amplitude de relações da matemática com as atividades humanas, tampouco dão conta dessa amplitude ao responderem o que é matemática. A superficialidade das respostas reforça minha hipótese de que, na escola, os conceitos matemáticos estão desconectados de suas aplicações, de sua utilidade e principalmente de sua importância histórica.

O levantamento efetuado serve de norte para o estudo dos capítulos seguintes. O próximo capítulo constitui uma tentativa de responder quais as relações e aplicações da matemática às atividades do cotidiano, assim como de responder o

que é matemática. Ainda, faz um pequeno resgate histórico de suas origens, efetuando pesquisa na literatura disponível.

A partir das considerações expostas pelos alunos pude verificar a história da matemática como possibilidade para desmistificação de uma concepção rígida desta disciplina a para a compreensão de conceitos aparentemente desconectados com a realidade.

Nesse sentido, o capítulo quatro propõe o uso da perspectiva histórica aliada à teoria da aprendizagem significativa como alternativa pedagógica para que se possa inserir em sala de aula a matemática como sendo uma ciência com aplicação no cotidiano e importante no desenvolvimento da sociedade como um todo.

Por sua vez, o capítulo cinco reunirá os estudos feitos nos capítulos três e quatro e aprofundará as questões que mais chamaram a atenção a partir das respostas dos alunos.

### **3 A MATEMÁTICA COMO OBJETO DE ESTUDO**

No presente capítulo escrevo sobre o que é matemática, qual seu objeto de estudo, qual a sua abrangência, de que forma se insere em nossas vidas e qual sua importância em nossa história.

A forma como nos aproximamos do objeto de estudo da matemática tende a ser diferente da forma como procedemos com relação ao objeto da biologia, por exemplo. Quando estudamos alguma espécie animal, muito embora não a vejamos, sabemos que ela está na natureza. Na matemática isso não acontece, não podemos encontrar as matrizes na natureza, por exemplo. Nesse sentido a matemática difere das outras ciências, razão pela qual me proponho a investigar do que ela trata e de quais são seus campos de aplicação.

#### **3.1 Do que trata a Matemática**

Pode-se dizer que, de maneira sistematizada, as primeiras demonstrações matemáticas de caráter dedutivo remontam a Tales de Mileto. Antes disso, entretanto, no Egito e na Mesopotâmia foram obtidas as primeiras fórmulas de mensuração para casos particulares, de modo que atualmente é considerado como marco inicial da matemática os processos de medição e comparação de grandezas juntamente com os de contagem, ocorridos há cerca de 50 mil anos. Relativo às origens da matemática, Eves (2004, p. 25) diz que:

É razoável admitir que a espécie humana, mesmo nas épocas mais primitivas, tinham algum senso numérico, pelo menos ao ponto de reconhecer mais e menos quando se acrescentavam ou se retiravam objetos de uma coleção pequena, pois há estudos que alguns animais são dotados deste senso. Com a evolução da sociedade tornaram-se inevitáveis contagens simples.

O autor se refere a essas contagens simples também em situações de enumeração dos membros de sua tribo ou da tribo adversária, em caso de disputa, situações de identificação de quantos animais existiam nos rebanhos, entre outros.

A matemática está em constante evolução na esteira da sociedade, sendo natural que a cada geração de matemáticos, a cada mudança de paradigmas, se repense o conceito de o que é matemática, assim como os seus objetos de estudo. Davis; Hersh (1982) salienta que algumas teorias matemáticas têm menos de trinta anos e que há uma probabilidade bem razoável de que daqui a trinta anos estas teorias já não sejam mais importantes por terem sido substituídas por teorias mais poderosas, por terem caído em desuso ou mesmo porque não contivessem ideias tão boas assim. Esta posição nos mostra o retrato da matemática atual, sendo difícil que se encontre um conceito, ou melhor, uma definição, que abarque a pergunta “o que é matemática?”.

A matemática, desde as primeiras deduções de Tales de Mileto, ou mesmo antes, quando estávamos aprendendo a contar, passou por diversas transformações. Talvez alguém que a tenha estudado, por exemplo, no século XVI, não conseguiria hoje reconhecer essa área do conhecimento, tamanha a diversidade de objetos que ela hoje apresenta, com diversas subáreas, nas quais há muitos grupos de especialistas. A matemática é uma ciência em constante movimento, que cresce e por vezes se retrai, que dentro de si mesma traz novos paradigmas, novos conceitos. Entretanto, se tem a ideia de que a matemática é somente acumulativa, mas de vez em quando alguma hipótese é descoberta falsa ou é verificado algum erro de lógica, fatos que podem abalar toda uma teoria. Esse é um fato ao qual nós professores também devemos ficar atentos, não podemos ensinar nossa ciência como pronta e acabada, pois algumas áreas podem se expandir assim como podem se retrair. Além dessa noção de completude, muitas vezes ocorre o entendimento de que a matemática é incontestável e ideal. Essa visão platônica, segundo a qual a matemática já existe em algum lugar, somente esperando ser descoberta, ou seja, cujas definições e teoremas já estão presentes de maneira independente das pessoas que a fazem, que corrobora um antigo ditado grego que diz que “Deus é um matemático” (DAVIS; HERSH, 1982; EVES, 2004).

Entretanto, sabemos que essa não é a única visão existente sobre a matemática. Uma outra ótica sob o assunto diz que a matemática é uma criação humana, que são produzidos modelos e que esses são impostos ao funcionamento do mundo físico. Sendo que o ajuste para a aplicação da teoria não é feito no

modelo e sim nos dados coletados e nas variáveis envolvidas no fenômeno em estudo (DAVIS; HERSH, 1982). São duas visões antagônicas sobre o funcionamento da matemática e, muito embora seja difícil descrever essa ciência, acredito que ela deve estar entre estes dois extremos.

Segundo Eves (2004), há diversos exemplos de conceitos, definições e, inclusive, teorias que foram revistos com o tempo. Um desses exemplos é certamente os Elementos de Euclides, a obra mais estudada e analisada, claro, evidentemente, depois da Bíblia. O conteúdo dos Elementos é basicamente composto de geometria plana e espacial, teoria dos números e álgebra elementar. O esforço de Euclides em captar toda a matemática de uma época e reuni-la em uma obra de cunho demonstrativo é louvável, é gigantesco, e tem sido reconhecido como tal, entretanto:

Seria realmente notável se os Elementos de Euclides, sendo uma tentativa tão antiga e monumental de aplicar o método postulacional, não apresentasse defeitos lógicos. Os focos das luzes de inúmeras análises críticas subsequentes revelaram muitos defeitos na estrutura lógica da obra. De todos estes defeitos, talvez o mais grave consista em várias suposições tácitas, sem base nos postulados, admitidos por Euclides. Assim, embora o postulado P2 afirme que uma reta pode ser prolongada indefinidamente [...]. (EVES, 2004, p. 655).

Percebe-se que a geometria euclidiana, apesar de todas as críticas sofridas, se sustentou, mas isso é prova de que o saber matemático está em constante análise. No final do século XIX e início do século XX foi promovido, por diversos matemáticos, imenso esforço no sentido de efetuarem as correções dos erros lógicos encontrados nos Elementos, efetuando-se grandes avanços em diversas áreas da matemática e também sendo criados novos campos de estudo (EVES, 2004).

Entretanto, apesar de ser uma ciência em constante movimento, há um conceito que permanece firme em matemática, sendo basilar para nossa ciência e ao mesmo tempo nos diferenciando das outras áreas, como a física, por exemplo. A ele damos o nome de demonstração. Mas o que seria isso? Mais uma vez recorreremos aos Elementos como exemplo, nele existem cinco postulados e cinco axiomas, a partir dos quais, todas as proposições contidas nos Elementos são deduzidas. Considera-se que axiomas e postulados são auto evidentes, ou seja, não demonstráveis. O processo da demonstração se dá pelo encadeamento lógico e



formal que, a partir dos axiomas e postulados, nos leva a afirmações mais complexas.

Utilizando argumentos empíricos, por exemplo, poderíamos aceitar que a soma de dois números ímpares é sempre par, ou seja, se tomarmos uma amostra suficientemente grande de casos e concluirmos que todos foram positivos para esta afirmação, então a premissa é válida. Entretanto, matematicamente tal argumento é inaceitável. A matemática requer que, para que essa suposição seja declarada como verdadeira, seja efetuado o processo de demonstração. A demonstração será obtida por meio do encadeamento lógico de outras proposições já verificadas. Essa é a diferença capital entre a matemática e as outras áreas da ciência, o rigor, sendo esse o método pelo qual o saber matemático se constitui.

Com relação ao processo de demonstração Davis; Hersh (1982, p. 182) nos coloca que:

As demonstrações preenchem simultaneamente vários fins. Ao serem expostas ao exame e julgamento de uma nova audiência, as demonstrações estão sujeitas a um processo constante de criticismo e revalidação. Erros, ambiguidades e incompreensões são dissipados devido à exposição constante. Uma demonstração significa respeitabilidade. Uma demonstração é o sinete da autoridade.

Além do aspecto demonstrativo da matemática, podemos citar também outras peculiaridades que nos dão pistas sobre o funcionamento dessa ciência, como, por exemplo, o simbolismo. Uma variedade de símbolos, que são usados para dar uma característica ainda mais formal para a matemática (DAVIS; HERSH, 1982).

Desde muito cedo, já no primeiro ano escolar, aprendemos, por exemplo, os numerais e os sinais que indicam adição e subtração. Ainda, no ensino fundamental não há aluno que não se depare que os seguintes símbolos:  $\pi$ ,  $\neq$ ,  $\leq$ ,  $\frac{7}{8}$ ,  $\cap$ . Qualquer aluno do ensino fundamental sabe que o primeiro símbolo corresponde a 3,1415..., que o segundo significa diferente, que o terceiro representa menor ou igual, que o quarto corresponde a sete oitavos e que o quinto significa intersecção. Os símbolos acrescentam ao mesmo tempo precisão e economia às sentenças matemáticas, bastando dizer, por exemplo, que quando escrevemos:  $A \cap B$ , queremos dizer a intersecção do conjunto A com o conjunto B.

Rigor e simbolismo são alguns dos fatores que fazem da matemática uma ciência tão peculiar. Podemos falar também de outra característica que é a

generalização. Matematicamente, quando nos referimos ao Teorema de Pitágoras, estamos considerando que em “qualquer” triângulo retângulo, o quadrado do comprimento da hipotenusa é igual à soma dos quadrados dos comprimentos dos catetos. Com a generalização não estamos preocupados em descobrir aspectos específicos de um objeto matemático, mas sim as suas características mais gerais (DAVIS; HERSH, 1982).

Sem dúvida é uma tarefa bastante difícil responder a pergunta “o que é matemática”. Entretanto, uma tarefa mais fácil é saber se algum estudo é ou não matemático, pois essa ciência tem muitas peculiaridades das quais não podemos fugir sem que se perca a sua identidade. Nunca veremos matemática sem esses aspectos que são por todos nós muito prezados e que distinguem nossa ciência de outras. Nunca faremos matemática sem rigor, sem generalização, sem o simbolismo e sem a demonstração que, dentre todos, é a mais importante.

### **3.2 Sua utilidade**

É sempre complicado falar da utilidade e inutilidade de alguma coisa devido à subjetividade do conceito. Algo útil deve significar que tem alguma utilidade prática, alguma serventia específica para alguma pessoa. Por exemplo, um carro é dito como útil para muitas pessoas, entretanto pessoalmente acho que é um desperdício de espaço, de dinheiro e que causa excesso de sujeira, de modo que me utilizo de outras maneiras para me locomover.

Mas o que é útil em matemática? Claro que para as nossas atividades cotidianas não encontraremos muitos usos para anéis, ideais, integrais, matrizes, entre outros. Tipicamente não iremos, em nossas atividades comuns, muito além de somar, multiplicar, subtrair e dividir. Entretanto, esses objetos têm uso dentro da matemática e fora dela. É muito importante que a matemática tenha aplicações a fenômenos dentro dela, porque uma ciência para poder crescer precisa de desenvolvimento interno, ou seja, precisa que o conteúdo desenvolvido seja aplicado dentro dela mesmo

Buscando explicar como a matemática pode ser útil para ela própria, destaco de Davis; Hersh (1982, p 110) que “uma aplicação da teoria A à teoria B, na

matemática, significa então que os materiais, as técnicas, as percepções de A são usadas para iluminar ou deduzir inferências sobre os materiais e estruturas de B”. Essa dimensão da aplicação da matemática nela mesma é atendida pela matemática pura. Quando as aplicações se dão em outros campos, como o da física, por exemplo, dizemos que estamos trabalhando com matemática aplicada.

Antes de prosseguir gostaria de reproduzir as palavras do matemático G. H. Hardy:

A defesa da minha vida, então, ou da vida de qualquer outra pessoa que tenha sido matemático como eu o fui é o seguinte: que eu adicionei algo ao conhecimento, e que ajudei outros a adicionarem mais; e que estes acréscimos possuem um valor que difere somente em grau, mas não em espécie, das criações dos grandes matemáticos, ou de quaisquer outros artistas, grandes ou pequenos, que deixaram algum tipo de monumento. (HARDY, 1929, *apud* DAVIS; HERSH, 1982, p. 115).

Essa passagem expressa o pensamento de tantos matemáticos de que a matemática não precisa ter algum fim prático. A matemática, como criação do espírito, tem que ser bela, profunda e duradoura. Se a matemática é útil, não importa, mas ela tem que ser bela em si mesma. Essa doutrina é chamada de hardismo. Entretanto, em contraposição ao hardismo há o maoismo matemático, segundo o qual a matemática enquanto atividade humana deveria se dedicar exclusivamente aos aspectos que fossem relacionados ao fim social, melhor dizendo uma matemática de resultados. Como o próprio nome diz, o maoismo surgiu na China, quando Mao Tse Tung impôs esse fim às universidades e suas pesquisas. Obviamente Hardy não precisa de defesa, até porque é bastante aceitável que nem tudo precisa ter finalidade, nem tudo precisa ser útil, precisamos também de coisas belas e profundas. Além de alimento para o corpo, precisamos de alimento para o espírito (DAVIS; HERSH, 1982).

Muito embora não utilizemos matemática superior em nossas atividades cotidianas, podemos citar alguns exemplos, nos quais ela se encontra sem que precisemos usá-la. Este computador que estamos usando agora, por exemplo, foi um esforço de criação imenso oriundo de grandes inovações matemáticas. Podemos chamar de a primeira calculadora a máquina de somar inventada por Pascal em 1642 para ajudar seu pai a fazer uma infinidade de cálculos de que era obrigado por força de sua profissão. Leibniz tentou efetuar a construção de uma máquina de

multiplicar, entretanto ela se revelou muito lenta nesse intento. A primeira máquina de calcular capaz de efetuar as quatro operações foi construída por um americano chamado Frank Stephen (EVES, 2004).

Entretanto, o primeiro computador foi um IBM Automatic Sequence Controlled Calculator (ASCC), com isso quero dizer que ele foi o precursor dos que temos hoje. Com certeza foi um peso pesado, com quinze metros de comprimento, 2,5 de altura e pesando nada menos do que cinco toneladas. Foi uma grande conquista. É sabido que os primeiros computadores foram construídos como parte de projetos de cunho militar, mas, nos dias atuais, além do uso militar, temos computadores com programas que auxiliam empresas nas mais diversas áreas, como, por exemplo, administração, medicina, arquitetura, design, entre outros.

Além de sua extrema utilidade na vida prática e comum da maioria das pessoas, o computador também é utilizado para fins científicos. Uma mostra do poder desta máquina foi a demonstração, em 1976, do problema das quatro cores. O problema das quatro cores afirma que para pintar um mapa plano, de forma que dois países vizinhos não compartilhem a mesma cor, são necessárias somente quatro cores. À época em que foi efetuada a demonstração o problema já tinha mais de cem anos de idade. Claro, mesmo computacionalmente, a demonstração foi muito complicada, envolvendo mais de mil horas somente de trabalho computacional. Em tempo, a questão foi resolvida por Kenneth Appel e Wolfgang Haken (EVES, 2004).

Muitas são as atividades humanas em que a matemática tem contribuição e que faz essa ciência crescer. Entretanto, algumas, muito embora tragam avanços inegáveis a esta área, não causam boa impressão, trazendo, de certa forma, dilemas de cunho moral aos que se dedicam a este ramo. Estou falando, é claro, da guerra.

A Segunda Guerra Mundial foi pródiga em produzir avanços matemáticos, assim como morte e destruição em massa, pois muitos matemáticos estiveram empregados no projeto que nos legou, por exemplo, a bomba atômica. Sobre isso Davis; Hersh (1982, p. 124) nos diz que:

Chegando à Segunda Guerra Mundial vemos o talento matemático e científico sendo largamente utilizados no exército, marinha e aeronáutica, nas repartições sociais e de negócios. Uma pequena lista do que foi feito

pelos matemáticos inclui a aerodinâmica, hidrodinâmica, balística, o desenvolvimento do radar e do sonar, o desenvolvimento da bomba atômica, a criptografia e a espionagem, fotografia, meteorologia, pesquisa operacional, o desenvolvimento de computadores, a econometria, teoria de foguetes e desenvolvimento de teorias de controle e retrocontrole.

Muito antes disto, Arquimedes, homem que ocupa o posto de um dos três maiores matemáticos de todos os tempos, reza a lenda, projetou diversos instrumentos de guerra para a defesa da Siracusa contra a invasão dos romanos, a pedido do Rei Heron. Em que pese a matemática ter sido útil à guerra, essa proporcionou, em contrapartida, também diversos avanços na matemática e também em outras ciências (DAVIS; HERSH, 1982).

Diversos são também os usos da matemática. A probabilidade está inserida diretamente nas ciências atuariais para o cálculo de risco futuro. A maneira como calculamos juros simples e compostos tem raízes no cálculo. Outras áreas, como a economia, fazem uso extensivo e intensivo da matemática, utilizando-se de equações diferenciais. A matemática tem penetração em áreas como a da biologia, da medicina, da arquitetura, da administração, da contabilidade, da engenharia, da astronomia, da química, da física, da previsão climática, entre muitas outras. Isso tudo não ocorre, é claro, em um único sentido, essas atividades contribuem para a matemática, tanto quanto a matemática contribui para elas.

Ante o exposto, dadas suas diversas aplicações, a matemática comprova sua “utilidade”. Muito embora não percebamos a importância dessa ciência, ela se faz notar em vários aspectos de nossa vida, mesmo cotidianamente, enquanto escrevemos e editamos um texto. Contudo, apesar da gama enorme de “lugares” em que a matemática aparece, penso ser falsa a afirmação de que tudo é matemática, todavia é verdadeiro dizermos que, às vezes, o trabalho dos matemáticos está inserido mesmo onde não imaginamos.

### **3.3 O porquê de se estudar Matemática**

A matemática vem se constituindo, ao longo dos últimos quatro milênios, como a ciência que conhecemos hoje, de extrema representativa em nossa sociedade e com presença marcante em vários de nossos avanços mais significativos, nas mais diversas áreas.

Ora, talvez dizer isso já seja suficiente para responder à indagação do porquê de estudar matemática. Certamente uma ciência com tanta história e tradição parece ser digna de que nos debruçemos um pouco sobre ela. Sei que a última frase pode ter soado como um discurso de jogador de futebol, entretanto não se pode ignorar o fato de que boa parte dos avanços tecnológicos de nossa civilização estejam diretamente ligados à matemática, ressaltando e pontuando a importância dessa ciência. Sobre isso Pais (2006, p. 18) destaca que:

Os valores científicos justificam-se em face do apoio fornecido ao desenvolvimento de várias tecnologias. Esse entrelaçamento com a produção tecnológica fornece à matemática uma importância fundamental, ao lado das demais áreas técnicas e científicas. Quando se trata de matemática pura, os resultados podem até não ter uma aplicação imediata, mesmo assim tem sua importância garantida na necessidade de valorização de uma cultura [...].

Pais (2006) chama de valores científicos essa perspectiva de que o conhecimento matemático foi produzido historicamente, tendo servido de sustentáculo para a produção de outras pesquisas na própria matemática e de desenvolvimento científico em diversas outras áreas. Pais também evoca como razão para o estudo da matemática os valores que ele chama de utilitários. Os valores utilitários da matemática ou de uma disciplina qualquer são aqueles concernentes ao fato de a disciplina ter alguma aplicação no cotidiano. Nesse aspecto, entende-se por aplicação cotidiana alguma aplicação da matemática a algum problema de ordem técnica ou científica.

Não quero neste texto ressaltar os já batidos e surrados argumentos que dão conta de que o ensino de matemática se justifica por causa da suposta contribuição no desenvolvimento de raciocínio lógico e da capacidade de abstração do aluno. Qualquer disciplina pode desenvolver esses aspectos, não sendo a matemática a única responsável para tanto. Contudo, quero pontuar os argumentos já apresentados de que a matemática enquanto saber historicamente constituído é de fundamental importância em nossa sociedade, fazendo-se necessário que ela perpetue e cresça nas futuras gerações, continuando a contribuir em nossa história.

## **4 HISTÓRIA DA MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO**

A história da matemática pode se revelar um instrumento pedagógico poderoso. Diversos autores vêm escrevendo sobre o tema nas últimas décadas. Esse capítulo será dedicado a estudar o que dizem os entusiastas dos usos da história da matemática na sala de aula.

Primeiramente farei resgate histórico de como essa perspectiva pedagógica vem evoluindo ao longo das últimas décadas, os papéis atribuídos à história e também os argumentos que tentam justificar sua presença. Por óbvio não farei um rol exaustivo de tudo que já se escreveu sobre o tema, mas tentarei estudar pontos de vista sobre o tema de maneira que seja obtida alguma diversidade sobre ele. Em um segundo momento escreverei mais detidamente acerca de tópicos mais específicos do uso de história da matemática para fins pedagógicos.

### **4.1 História X Princípio Genético**

A relação entre história da matemática e educação matemática já é bastante antiga. Já no século XVIII ela já era mostrada no livro *Elementos da Geometria*, de Alexis Clairaut. O livro de Clairaut era uma espécie de preparação para geometria baseada nos *Elementos* de Euclides. Como seus alunos em geral apresentassem muita dificuldade com a geometria, Clairaut supôs que essas dificuldades adviriam da maneira como era posto o conteúdo nos *Elementos*. Clairaut afirmava que o conteúdo deveria ser reordenado de forma que fosse seguida estritamente a ordem em que os conceitos geométricos teriam surgido na história da humanidade. Clairaut dizia que dessa maneira seus alunos teriam mais facilidade de aprender geometria, pois teriam de passar pelos mesmos obstáculos que seus ancestrais haviam passado. O livro de Clairaut serviu de inspiração para outros textos até o século XX (MIGUEL, 1993).

De certa forma Clairaut antecipou o chamado princípio genético, com sua suposição de que seguir o caminho histórico seria garantir o aprendizado dos

alunos, pois estes estariam seguindo o caminho de seus ancestrais. O princípio genético foi formulado pela primeira vez ao entardecer do século XIX. Em linhas gerais, tal princípio de que a criança passa, em seu desenvolvimento psicológico, por todas etapas psíquicas pelas quais passaram os ancestrais de sua espécie. Tal princípio foi adaptado para a educação e serviu de esteio para as afirmações posteriores de que a história seria o caminho ideal para garantia de aprendizado. Tal princípio nos dias de hoje já está superado, mas à época, com os espíritos impregnados da aura positivista, era usado para muitos estudos e teorias (MIGUEL, 1993).

O uso do superado princípio foi o primeiro que sugeriu os usos pedagógicos da história da matemática como recurso pedagógico. Esse fato não deixa de carregar consigo certa ironia, tendo em vista que o princípio genético pressupõe linearidade e que o estágio atual dos estudos da história da matemática em sala de aula tomou um caminho bastante diferente do originalmente sugerido.

Felix Klein (1849 – 1925) foi um pesquisador matemático muito conhecido, entre muitas coisas por aplicar teoria de grupos à geometria. Não obstante, também era muito preocupado com as questões inerentes ao ensino-aprendizagem de matemática. Klein falou sobre o uso da história da matemática, tendo em vista o princípio genético. Sobre isso, Klein (MIGUEL, 1993, p 38) diz que:

Com o fim de dar uma expressão precisa à minha própria opinião sobre esse ponto, gostaria de apresentar a lei biogenética fundamental, segundo a qual o indivíduo, em seu desenvolvimento, atravessa, de forma abreviada, todas as fases do desenvolvimento da espécie. Essas ideias tornaram-se hoje em dia parte e parcela da cultura de todos. Levando em conta a capacidade natural da juventude, o ensino deveria guiá-las para vias mais elevadas e, finalmente, para formulações mais abstratas, e, ao fazê-lo, deveria seguir o mesmo caminho ao longo do qual a raça humana tem buscado desenvolver o conhecimento, desde seu estado original e simples até às formas mais elevadas.

Esse trecho da fala de Klein deixa bem claro o significado do uso de história da matemática para ele. O papel que se dá à história é de cronograma, de caminho a ser seguido. Klein e Clairaut sustentam que a mera mudança da ordem dos conteúdos matemáticos garantiria o aprendizado dos alunos, pois fazendo isso percorreriam os mesmos obstáculos de seus ancestrais. Tudo isso graças ao poder atribuído ao princípio genético.



Outro autor que colocou a questão do estudo da matemática a partir de sua história foi o professor Morris Kline (1908 – 1992). O professor Kline também se notabilizou por seu trabalho como historiador dessa ciência. Kline propõe o uso da história da matemática como instrumento pedagógico contrapondo-se à usual abordagem dedutiva da disciplina. Para Kline uma abordagem tendo em vista a história seria proveitosa, pois seria mais intuitiva. O referido professor justifica o ponto de vista dizendo que na história dessa ciência muitos conceitos matemáticos foram aceitos primeiro em sentido intuitivo, para somente muito depois ser formalizado. Nesse sentido, Kline propõe que primeiro sejam ensinados os conteúdos que tem mais aceitação intuitiva como, por exemplo, os números naturais, as frações e os conceitos geométricos, pois foram aceitos e utilizados primeiro por nossos ancestrais. Outros conteúdos, como os números negativos, por exemplo, deveriam ser deixados para mais tarde e teriam de ser ensinados por argumentos mediante analogias, pois esses conteúdos não nasceram prontos e acabados na mente dos matemáticos, mas foram sendo construídos intuitivamente para somente depois serem aceitos e formalizados. Assinala o autor ser difícil cobrar que sejam ensinados os números negativos, pois os matemáticos demoraram mais de mil anos para sequer aceitarem os números negativos e depois ainda demoraram bastante tempo para formalizarem esse conceito (MIGUEL, 1993).

Para Kline outra função do uso da história é o fato de ela, de certa forma poder ter o papel de desmistificar a didática matemática. Nos livros dessa ciência, os conteúdos são sempre colocados em certa ordem e com um encadeamento lógico próprio do sistema dedutivo matemático, desconsiderando a maneira efetiva de como todo esse conhecimento foi produzido. O que nos contam nossos livros é sempre o produto final e acabado de nossa ciência e nunca os caminhos (que podem vir a ser muito mais interessantes) que foram utilizados até chegar a este produto, sendo esse um aspecto fundamental para Kline do uso da história da matemática (MIGUEL, 1993).

Kline também sente necessidade de justificar o uso da história de matemática no processo de ensino-aprendizagem e para isso também recorre ao princípio genético. Da mesma forma que Klein e Clairaut, Kline faz a analogia de que, em

nossa infância, passamos pelos mesmos obstáculos que nossos ancestrais, entretanto de forma abreviada (MIGUEL, 1993).

Os citados autores recorrem ao princípio genético para justificar suas afirmações. A aplicação de tal princípio sugere que para se ter sucesso no aprendizado de qualquer ciência, bastaria que fosse estudado, de maneira sucessiva e cronológica, os autores cujas obras foram capitais para o desenvolvimento das ciências. O princípio sugere que na infância passamos por todas as fases de nossa civilização, entretanto temos diversas civilizações diferentes que construíram conhecimentos diferentes, sendo essa analogia da infância com a sociedade primitiva descabida, razão pela qual penso ser desnecessário recorrer a esta lei para fundamentar o uso da história da matemática em sala de aula.

## **4.2 História e o potencial motivador**

São muitos os argumentos que afirmam a importância do uso da história de matemática. Outro argumento conhecido é o de que a história seria fonte de motivação para o aluno, baseando-se no argumento de que para se ter interesse sobre certo conteúdo é necessário que se conheça um pouco de sua história.

Nesse viés também a história é vista como uma recreação, ou seja, é vista como história-anedotário. Uma concessão feita pelo professor em um conteúdo particularmente espinhoso e que exige grandes doses de esforço e de concentração por parte dos alunos. A aula é interrompida para que se contem passagens pitorescas acerca da história da matemática e da vida de seus maiores expoentes com intuito de descontrair e aumentar a motivação, sendo esse um momento de relaxamento da tensão da sala de aula.

Não discordo quando se diz que a história pode servir como um relax, afinal de contas ninguém vai conseguir manter-se concentrado em uma atividade pesada durante muito tempo consecutivo. Entretanto, esse momento de descontração poderia ser feito com qualquer outro tipo de atividade, como conversar com os alunos sobre tema diverso de matemática, contar uma história que não tenha nada a ver com matemática, etc. Existem muitos meios pelos quais se pode descontrair a sala de aula, de modo que não é preponderante o uso da história para esse fim.

Alguns autores que defendem o pressuposto da motivação, como Hessler, Simons e Wiltshire, chegam a afirmar que o uso da história faria com que o aluno automaticamente passasse a apreciar a disciplina. Simons cita o exemplo de um garoto que detestava a disciplina até que chegou um novo professor em sua escola e emprestou um livro de história da matemática ao garoto, dizendo que automaticamente o menino começou a gostar de matemática e inclusive a achá-la fácil (MIGUEL, 1993).

Parece-me um tanto quanto ingênuo atribuir à história da matemática esse potencial motivador, já que os autores chegam a se basear em exemplos para justificar sua crença. Sobre essa perspectiva de inserção da história Miguel (1993, p 68) diz que:

Parece-nos que o argumento mais simples e trivial que se contrapõe à existência desse suposto potencial motivador da história manifesta-se na consideração de que, se fosse esse o caso, o ensino da própria história seria automotivador. Não é isso porém o que atestaria qualquer professor de história que se defronta em seu cotidiano – e talvez de forma mais incisiva e com menor índice de retorno em relação aos seus colegas de outras matérias – não apenas com o desinteresse de seus alunos por essa disciplina, como também com a enorme dificuldade de fazer-lhes compreender a sua importância, a sua natureza os seus objetivos e os seus métodos.

Cabe, ainda, acrescentar que esta ótica carece de investigação mais profunda e que alguns de seus defensores se baseiam em exemplos para afirmar a validade desse ponto de vista. A categoria da motivação é muito pessoal de forma que é claro que inserção de história da matemática pode motivar, mas não é necessariamente o que ela faz. Da mesma forma, a história pode motivar alguns, entretanto não o fará de maneira homogênea. Ante o exposto, também essa justificativa do uso da história me parece um pouco problemática e até pouco plausível.

### **4.3 História e o resgate cultural**

Nessa perspectiva a história da matemática atua como instrumento de resgate cultural. O pesquisador moçambicano Paulus Gerdes escreveu sobre o tema assinalando que deveria ser mudado o currículo para que fosse feita a incorporação das tradições matemáticas de seu país, assim reconhecendo a matemática local. Muito embora, para Gerdes, a motivação também explicasse o uso da história da

matemática na educação, esse autor foi capitulado em uma seção diversa daquela que trata do assunto motivação, pois apresenta um ponto de vista interessante e peculiar acerca do tema de modo que assim se justifica a escolha de estudá-lo em separado dos demais (MIGUEL e MIORIM, 2004).

A imagem da matemática em seu país era basicamente a de um conhecimento estritamente europeu e que somente os homens brancos seriam capazes de criá-la, desenvolvê-la ou aprendê-la, sendo o conhecimento matemático local suprimido e reduzido à memorização. O baixo desempenho das crianças adviria de um bloqueio psicológico, sendo a matemática o filtro educacional mais forte. Gerdes afirma que,

[...] é necessário encorajar a compreensão de que os povos africanos foram capazes de desenvolver matemática no passado, e portanto – reganhando confiança cultural – serão capazes de assimilar a matemática de que precisam [...]. (GERDES, 1991, p 62 *apud* MIGUEL, 1993, p. 82).

Entretanto, com o colonialismo, muito das tradições de Moçambique foram perdidas ou mesmo destruídas, o que torna difícil a tarefa de resgate proposta pelo autor ora estudado. Todavia, Gerdes propõe que o processo de reconstrução das tradições matemáticas de seu país deveria ser feito de maneira que fossem percebidas “as formas e padrões geométricos de objetos tradicionais como cestos, esteiras, armadilhas de pesca, etc, e colocamos a questão: Por que estes produtos materiais possuem a forma que tem?” (GERDES, 1991, *apud* MIGUEL, 1993, p. 83). Tendo em vista o fato de que estes objetos não têm formas arbitrárias, mas possuem muitas vantagens e por vezes representam a única solução de um problema, Gerdes propõe que sejam estudadas estas matemáticas de forma a proceder o resgate cultural de seu povo.

Outrossim, Gerdes afirma que um artesão que copia e repete sempre a mesma técnica não está de fato construindo matemática, entretanto aquele que inventou a técnica produziu bastante matemática, de modo que as crianças deveriam ter a oportunidade de reconstituir, de vivenciar o problema, para assim poderem redescobrir sua solução. Nesse sentido, para Gerdes, somente uma história cultural da matemática, chamada de etnohistória, poderá exercer o papel de recuperação das identidades culturais locais, uma vez que confia que somente a reinvenção da matemática local por parte dos alunos fará com que eles retomem a

confiança sociocultural, além de mostrar que os filhos de camponeses e aldeões também têm capacidade matemática, não sendo esta uma exclusividade do homem branco (MIGUEL, 1993; MIGUEL e MIORIM, 2004).

#### **4.4 História como Organizador Prévio**

Muitos são os poderes atribuídos à história da matemática como elemento pedagógico, tendo em vista a melhoria do ensino de matemática. Destaquei nas seções anteriores as abordagens que se fundamentam nas hipóteses de que a história se constituiria como fonte de motivação para o aprendizado, como fonte de resgate cultural ou mesmo a que considera que na infância passamos, durante um intervalo de tempo menor, por todas as fases pelas quais passaram nossos ancestrais.

Nesse momento passo a estudar de maneira mais detida a concepção que diz que a história da matemática pode atuar na educação como organizador prévio. Por organizador prévio entende-se a atividade ou material pelo qual se dará a introdução de determinado conteúdo matemático. Seja um texto, uma atividade no pátio da escola, um questionário, etc., qualquer dos referidos procedimentos introdutórios se caracterizará como um organizador prévio e é neste momento que a história da matemática virá à tona, no sentido de que sejam elaboradas atividades que coloquem o aluno em contato com a construção das ideias matemáticas e não com o conteúdo matemático pronto e acabado (NUNES; ALMOLOUD; GUERRA, 2010).

Nunes, Almouloud e Guerra (2010, p. 538) escrevem que o uso da história da matemática como organizador prévio pode fazer com que a aprendizagem seja significativa. De fato,

[...] se o educador estiver tentando propiciar a seus discentes uma aprendizagem significativa e para isso organiza atividades que relatem atributos relevantes de um conceito ou os elementos essenciais de uma proposição, pode organizar materiais introdutórios que explicitem as novas ideias a serem assimiladas, e expressem um alto nível de generalidade e poder de inclusão, aos quais informações mais detalhadas podem ser relacionadas. A perspectiva epistemológica da história de conceitos matemáticos, a nosso ver, corrobora tais características.

Para Ausubel, uma aprendizagem significativa implica que aluno terá uma compreensão do conteúdo de modo que ele consiga navegar entre os conceitos

propostos de maneira clara, precisa, diferenciável e inclusiva. Na aprendizagem significativa as ideias novas serão relacionadas com as já existentes na estrutura do aluno, de maneira não arbitrária e substantiva (KLEIN; COSTA, 2011; NUNES; ALMOLOUD; GUERRA, 2010).

Ausubel nos diz que existem basicamente dois tipos de aprendizagem: por recepção ou por descoberta e que ambas podem ser mecânicas ou significativas. Uma aprendizagem mecânica ocorre quando a relação que o aluno faz com o conteúdo é arbitrária e não substantiva. Arbitrária e não substantiva significa dizer que o aluno reproduziu exatamente o que foi ensinado (KLEIN; COSTA, 2011; NUNES; ALMOLOUD; GUERRA, 2010). Exemplificando: se estudarmos o cálculo da área do retângulo e o aluno consegue calcular a área de diversos retângulos, ele obteve uma aprendizagem mecânica do conteúdo, entretanto se ele consegue expandir o conceito de cálculo de área do retângulo para os demais quadriláteros regulares, seja para os de maior generalização ou para os de menor generalização, diremos que ele obteve uma aprendizagem significativa do conteúdo. Ainda, a aprendizagem significativa pressupõe que o aluno relacione as informações novas a informações já existentes em sua própria estrutura. Essas informações já presentes na estrutura do aluno chamaremos de conceitos subsunçores.

Muitas vezes o aprendizado mecânico será importante para o prosseguimento do conteúdo. Em matemática temos estruturas que são chamadas de definições. Define-se que tal objeto será de determinada maneira. Essa definição deverá ser aprendida mecanicamente pelo aluno, entretanto esse aprendizado mecânico será importante, pois servirá, mais tarde, de conceito subsunçor, já que para a aprendizagem ser significativa tem que ocorrer uma relação entre os novos conceitos e os conceitos já presentes na estrutura do aluno. A aprendizagem mecânica ainda exercerá papel importante principalmente quando o conteúdo apresentado for inteiramente novo para o aluno, na medida em que se faz necessária a introdução dos novos objetos a serem estudados (NUNES; ALMOLOUD; GUERRA, 2010). Normalmente se torce o nariz quando se fala em aprendizagem mecânica em matemática ou em qualquer outra área de conhecimento, por entender-se que a aprendizagem mecânica retiraria a autonomia e a criatividade dos alunos. Entretanto para Ausubel ela se faz necessária em vários

momentos e é muito importante para que ocorra um aprendizado significativo dos conceitos.

Quando da elaboração de organizadores prévios deve-se ter em mente que não poderemos afirmar que eles serão significativos para o aluno. O máximo que poderemos afirmar é que serão potencialmente significativos, pois o que será significativo para alguns alunos, pode não o ser para outros. Ainda, segundo Nunes; Almouloud; Guerra (2010), quando de sua elaboração devemos também lembrar que o organizador tem que satisfazer as seguintes características: clareza, estabilidade, relevância e principalmente inclusividade. Para que o material seja significativo para o aluno é necessário que tenha uma boa base de conceitos subsunçores, que se relacionem de forma não arbitrária ao novo conteúdo. Referindo-se à teoria de Ausubel, estes autores também destacam que outro requisito para o aprendizado significativo é a disposição. O aluno tem que estar disposto também a aprender e essa disposição será obtida mais facilmente quando seus conhecimentos forem levados em conta no processo de ensino.

Assim, a história da matemática pode cumprir o papel de organizador prévio, evidenciando o fato da matemática ser uma ciência em construção, assim humanizando-a. Nesse sentido destaco que:

Com efeito, dar ênfase à situação problemática que deu origem a um conceito que se queira apresentar pode acentuar a lógica dos assuntos estudados, identificando também suas relações com outras disciplinas e com outros conceitos matemáticos que estejam relacionados de alguma forma ao assunto em estudo. A interpretação e compreensão de um conceito matemático, a nosso ver, podem ser facilitadas quando, ao invés de o apresentarmos como verdade perfeita e acabada, destacarmos as ideias primeiras que originaram tais conceitos, com suas imperfeições e contínua construção. (NUNES; ALMOULOU; GUERRA, 2010, p. 543).

Ausubel nos diz que há três tipos de aprendizagem significativa, a saber: a representacional, a proposicional e a dos conceitos. A aprendizagem representacional está relacionada ao início da aprendizagem, nessa fase os símbolos são relacionados aos seus significados. De certa forma essa fase pode ser comparada à aprendizagem mecânica. Por exemplo, a figura de um quadrado pode estar relacionada ao conceito de quadrado. A aprendizagem proposicional se relaciona às ideias que estão expressas em um conjunto de palavras, de forma que o aluno consiga transitar entre os conceitos enunciados. Por exemplo, além de a

figura do quadrado estar relacionada ao seu conceito, dizemos que o aprendizado é proposicional se o aluno consegue diferenciar os quadrados dos demais quadriláteros. (NUNES, ALMOLOUD e GUERRA, 2010). Por último temos a aprendizagem por conceitos, na qual “os conceitos constituem-se em abstrações dos atributos essenciais que são comuns a uma determinada categoria de objetos, eventos e fenômenos” (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN (1980) *apud* NUNES; ALMOLOUD; GUERRA, 2010, p 546. Ainda, assinalam os autores que há duas maneiras pelas quais os conceitos são obtidos: por formação ou por assimilação. A etapa da formação se constituirá no momento em que o estudante estiver formando determinado conceito em sua estrutura por meio de atividades orientadas para este fim. Já a etapa de assimilação de conceitos consistirá em momento posterior à formação, na qual o estudante passará a relacionar os conceitos recém aprendidos com elementos já presentes em sua estrutura cognitiva.

Os novos conteúdos ancoram-se nos conhecimentos anteriormente adquiridos pelos alunos (subsunçores) de forma a modificá-los, mas também sendo modificados por eles. Mais tarde esses conceitos são organizados de forma sequencial, entretanto muitas vezes esses novos conhecimentos podem se sobrepor de modo que a aprendizagem significativa se norteia essencialmente por dois princípios: o da diferenciação progressiva e o da reconciliação integrativa, sem os quais o aprendizado significativo não pode ocorrer (NUNES; ALMOLOUD; GUERRA, 2010).

Basicamente o princípio da diferenciação progressiva consiste na ideia de que as ideias devem ser apresentadas seguindo uma ordem que começa com a ideia mais geral e inclusiva do conteúdo para depois chegar às ideias mais particulares. Toda vez que uma informação mais específica é adicionada a um conceito já aprendido, este conceito de certa forma é modificado pela ancoragem da nova informação. Esse processo sempre ocorre em diversos momentos ao longo do processo de ensino-aprendizagem, motivando a diferenciação progressiva, que nada mais é do que a diferenciação gradual e paulatina das ideias mais gerais para as ideias mais específicas de determinados conteúdos (NUNES; ALMOLOUD; GUERRA, 2010).



Muitas vezes a relação feita pelos alunos das ideias mais gerais para as ideias mais específicas pode gerar conflitos cognitivos. Nesse momento o processo de reconciliação integrativa surgirá para que estes conflitos sejam resolvidos. Pode-se dizer que a reconciliação integrativa é o processo inverso pelo qual o aluno revê as ideias mais gerais para assim compará-las com as ideias mais específicas, assim observando suas semelhanças e diferenças. “A comparação entre o que se quer assimilar e o conhecimento já adquirido é uma propriedade evidente da reconciliação integrativa” (NUNES, ALMOULOUUD e GUERRA, 2010, p. 551).

Os processos de reconciliação integrativa e de diferenciação progressiva acontecem ao mesmo tempo e durante todo tempo, de forma que o material pedagógico a ser organizado tem de facilitar esses dois princípios. Para isso Ausubel sugere que sejam feitos organizadores prévios. Os organizadores prévios devem ser inseridos no processo antes de qualquer tipo de atividade referente ao novo conteúdo a ser estudado. O organizador prévio, nesse sentido, terá dupla função, ou de estabelecer ponte entre o conhecimento que o aluno já possui e o novo tópico abordado ou de ancorar conceitos para a aprendizagem do novo conteúdo. Os organizadores prévios também servirão para que os alunos tenham disposição para aprender o novo conteúdo. Deve-se ter sempre em mente que o material a ser elaborado não poderá ser chamado de significativo, mas somente de potencialmente significativo, uma vez que o que é significativo para um aluno não o é para outro e, da mesma forma, o que motiva um aluno não motivará o outro (KLEIN; COSTA, 2011; NUNES; ALMOULOUUD; GUERRA, 2010).

Tais organizadores exibem um diferencial que penso ser fundamental em relação a outras metodologias, que é o fato de que são aproveitadas as concepções prévias que o aluno traz para sala de aula. Conhecendo as concepções dos alunos, podem-se elaborar os organizadores prévios com sucesso. Klein; Costa (2011, p 46) salienta que:

A teoria da aprendizagem significativa proposta por David P. Ausubel e continuada, interpretada e complementada por Joseph D. Novak (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980) e D. Bob Gowin (1981 *apud* MOREIRA, 2006) tem, como ideia mais importante, considerar aquilo que o aprendiz já sabe. Ao dizer isso, Ausubel quer enfatizar a estrutura cognitiva do indivíduo, ou seja, as ideias e o conteúdo que ele tem a respeito de determinado assunto. De posse dessa informação é possível fazer um mapeamento das ideias prévias do aluno, com o objetivo de ensiná-lo de

acordo, identificando os conceitos organizadores básicos e utilizando recursos que facilitem a aprendizagem significativa.

Ausubel diz que há três razões principais para o uso dos organizadores prévios. A primeira das razões da conta de que é muito importante que no início de algum conteúdo o aluno já tenha em sua estrutura cognitiva ferramentas pelas quais ele possa fazer com que ideias potencialmente significativas possam se transformar em ideias realmente significativas. A segunda das razões nos informa da importância de começar por ideias mais gerais e inclusivas para depois passar as especificidades de determinado conteúdo. Essas ideias mais gerais e inclusivas são as ideias âncoras dos novos conhecimentos a serem abordados. A terceira das razões diz que o organizador prévio busca identificar a presença, na estrutura cognitiva do aluno, dos conceitos já presentes que serão pertinentes ao novo aprendizado, isto é, o organizador prévio levará em conta a bagagem do aluno para o aprendizado, não a deixando de lado como geralmente é feito (NUNES; ALMOLOUD; GUERRA, 2010).

Em relação aos motivos apontados por Ausubel para a utilização dos organizadores prévios, Nunes, Almaloud e Guerra (2010) argumentam que a primeira razão para se pensar a história da matemática como organizador prévio é que, além de auxiliar no sentido de evidenciar o significado lógico do conceito matemático, a história também favorece a compreensão do aluno. Quanto a segunda razão, os autores referem que a história da matemática seria essencial por ter alto poder de inclusão e de generalização, de modo que mais tarde as informações mais específicas podem ser relacionadas mais facilmente. Quanto a terceira razão os autores (2010, p 554) dizem que,

[...] caso os conceitos já estejam presentes na estrutura cognitiva, a contextualização histórica identificará tais conceitos, mostrando sua relevância para a época de sua construção, assim como sua aplicabilidade atual, além de destacar sua importância para aquisições de conceitos subsequentes que estejam relacionados aos anteriores.

Outrossim, Nunes, Almaloud e Guerra (2010) sugerem que a história da matemática pode servir como instrumento para elaboração dos chamados organizadores prévios, pois ajudaria na compreensão das teorias e conceitos abordados, de forma que aos alunos fosse proporcionada a oportunidade de reconstrução teórica, reconhecendo, inclusive, os obstáculos que sobrevieram à

construção de determinado conceito matemático. Assim, além de proporcionar uma significação maior no processo de ensino-aprendizagem, seria revelado o caráter humano da matemática, evidenciando-a enquanto ciência em construção e não como um conhecimento pronto e acabado, como normalmente a imaginamos.

O uso da história para a elaboração dos organizadores prévios pode auxiliar para que os processos de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa possam ser feitos de maneira mais natural, de forma que no momento anterior ao início do novo assunto se conheçam as ideias mais gerais sobre ele e depois comecemos a diferenciar as ideias mais específicas do tema, podendo assim comparar o novo conhecimento com o antigo.

Dessa forma, considero que a história da matemática pode agir em duas frentes: a primeira seria a de mostrar a matemática como uma ciência em constante construção, evidenciando que seus conceitos e teorias não estão prontos e acabados, assim humanizado o ensino da referida ciência. A segunda frente parte de que os organizadores prévios têm de contar com algumas características essenciais, tais como clareza, estabilidade, relevância e inclusividade e considera que a história da matemática se mostra como legítima na medida em que possui tais características.

## **5 ANÁLISE DA PESQUISA E NOVAS ABORDAGENS**

Neste capítulo aprofundo alguns tópicos que foram considerados de maior relevância a partir das considerações iniciais, constantes no capítulo dois, sobre as respostas dos questionários. Retomo algumas características que penso terem sido recorrentes em boa parte das respostas dos alunos e que merecem maior atenção devido à temática do trabalho.

O primeiro tópico a ser aprofundado é que dá conta da matemática como sendo uma ciência desconectada das atividades humanas. O segundo tópico trata da visão que os alunos têm dessa ciência em contrapartida com as concepções abordadas no capítulo três. O terceiro e último tópico tem a intenção de mostrar a história da matemática aliada ao conceito de aprendizagem significativa como alternativa para que as questões estudadas nos dois primeiros tópicos possam ser tratadas em âmbito escolar.

### **5.1 Matemática desconectada**

Certamente o que mais surpreendeu nos dados obtidos no questionário foi a estatística que dava conta de que a matemática consta como disciplina predileta dos estudantes. Esse dado vai de encontro a todas as minhas expectativas, já que, em experiências de docência anteriores, pude perceber que não era esse o principal interesse dos alunos na escola. Foi de encontro às expectativas não somente pelas experiências anteriores, mas também por conta de algumas pesquisas que li, as quais informavam que a matemática era a disciplina mais temida, mais difícil e também constava como uma das que menos os alunos tinham identificação.

Por outro lado, os dados referentes às questões que de algum modo perguntavam se a matemática era importante ou se tinha alguma aplicação no dia-a-dia corresponderam às minhas hipóteses iniciais. Mais de 90% dos alunos assinalou que estudar matemática era importante. Esperava que isso fosse respondido, pois está introjetado culturalmente a importância da matemática. Todavia, o resultado

disse mais que a simples atribuição de importância à matemática. Disse que a importância do estudo de matemática na escola se devia ao fato de que a matemática teria aplicação no cotidiano. Esse é um dos chavões repetidos à exaustão para comprovar a validade do estudo da matemática. Digo isto porque, tipicamente, o homem comum usará, em suas atividades habituais, muito pouco de matemática. Por exemplo, em nossas atividades cotidianas não encontraremos um uso para o estudo de determinantes, entretanto o tal conteúdo tem diversas aplicações na área da engenharia microeletrônica. De fato, Machado (1990, p. 66) diz que:

Embora o homem comum situe-se frequentemente ao largo das aplicações mais sofisticadas, permanecendo no nível das prosaicas utilizações da Matemática em sua contabilidade pessoal ou em questões de medidas, ele se vê continuamente bombardeado por múltiplas informações veiculadas por diferentes meios de comunicação, diariamente deparando com jornais ou revistas impregnados de dados numéricos, como porcentagens, taxas, gráficos, médias, probabilidades, grandes números, páginas esportivas, etc. Assim, acostuma-se a conviver com essas manifestações epidérmicas da utilização da Matemática, e, na ausência de uma perspectiva mais medular, passa a utilizá-las como um referencial válido para a avaliação da pertinência dos diversos conteúdos curriculares ensinados na escola. Em consequência, não obstante o predomínio da impressão de que a Matemática não é indispensável para todas as áreas do conhecimento, ou para todos os setores da atividade humana, quando um homem comum dirige sua atenção para a Matemática escolar, passa a exigir dela alguma utilidade prática no sentido epidérmico supra-referido. Levando em consideração que o seu ensino é compulsório e que, na maioria das vezes, não tem características suficientemente atraentes, tais exigências parecem bastante naturais.

Em contrapartida ao dado que diz que a matemática é importante por suas aplicações no cotidiano, existe o dado de que a matemática é importante na hora de fazer compras. Muitos alunos mencionaram o ato de contar o troco ou dividir parcelas de um compra. Isso é paradoxal na medida em que grande parte dos alunos assinalou que matemática era importante na hora de fazer as compras, entretanto na outra questão se falou que matemática era importante por suas aplicações no cotidiano. O paradoxo reside no fato de, apesar de se afirmar a importância da matemática por suas aplicações, somente poucas delas foram colocadas pelos alunos. O universo da soma dos alunos que disse que a matemática era importante, pois estava inserida em tudo, com os que disseram que a matemática era importante, porque ajudava na hora das compras tem total, conforme se pode depreender de tabela constante do capítulo dois, que chega a

quase 85% dos estudantes. Essa resposta apenas reforça o chavão. Apenas cristaliza a afirmativa de que matemática é importante por conta de suas aplicações diárias.

Se fosse feita uma rápida análise das respostas e se não fosse levado em conta a segunda estatística apresentada, a matemática apareceria como sendo muito importante devido a suas aplicações práticas em nosso cotidiano. E isso representaria um dado positivo em qualquer pesquisa. Entretanto, a partir da análise em conjunto com a segunda estatística, pode-se afirmar que o conhecimento das aplicações dessa ciência por este grupo de alunos é muito superficial e não representa a realidade na qual está inserida essa ciência. Claro, conforme dito anteriormente a matemática não se faz presente em nosso cotidiano de maneira direta, de fato a matemática que utilizamos em nossas atividades é bastante trivial. Entretanto, a matemática está inserida em nosso cotidiano indiretamente, dadas as suas várias aplicações, conforme estudado no capítulo três.

Ainda, esses dados fazem contraponto aos dados obtidos na questão de número um. Muito embora a referida questão tivesse como interesse o mapeamento das preferências dos alunos quanto às disciplinas escolares, não se pode ignorar que, em que pese a disciplina de matemática ser a favorita de boa parte dos estudantes, temos uma parte maior, que inclui aqueles que gostam de matemática, que não conhecem a dimensão histórica desse conhecimento sentido em boa parte das tecnologias que hoje utilizamos, assim como serviu de mola propulsora para boa parte dos avanços nas mais diversas áreas do conhecimento hoje constituídas.

Pode-se assinalar que o argumento de que a matemática está presente de maneira direta nas atividades do cotidiano é batido e chega até o ponto de ser ingênuo. A matemática não se faz presente nas atividades comuns das pessoas, ou seja, ela não estabelece uma relação de continuidade com as atividades diárias. Entretanto, a matemática e, por consequência, o seu estudo se fazem pertinentes também na medida em que a matemática tem aplicabilidade em diversas áreas tais como medicina, economia, administração, biologia, etc. Machado (1990) também diz que é bom que os conteúdos escolares estabeleçam relações com os casos concretos de suas aplicações, de modo a evidenciar as ideias e conceitos de como foi produzido historicamente determinado conhecimento.

Como se pode observar dos dados elencados do questionário, a matemática, para esse grupo de alunos, aparece como desvinculada da realidade e com a aparência de não estar em consonância com as demais atividades humanas em geral. Como já abordado no trabalho, a matemática se faz notar em vários espaços de produção do conhecimento, todavia, aparentemente, esse grupo de alunos ignora esses fatos, o que é, em meu entender, extremamente prejudicial à atividade de ensino. Sobre isso, D'ambrósio (1999, p. 97) diz que:

Acredito que um dos maiores erros que se pratica em educação, em particular na Educação Matemática, é desvincular a matemática das outras atividades humanas. Particularmente, a civilização ocidental tem como espinha dorsal a matemática. Mas não só na civilização ocidental. Em todas as civilizações há alguma forma de matemática. As ideias matemáticas aparecem em toda a evolução da história da humanidade, definindo estratégias de ação para lidar com o ambiente, criando e desenhando instrumentos para este fim, e buscando explicações sobre os fatos e fenômenos da natureza e para a própria existência. Em todos os momentos da história e em todas as civilizações, as ideias matemáticas estão presentes em todas as formas de fazer e de saber.

Dessa forma, pode-se afirmar que o não estabelecimento das relações que a disciplina tem com a realidade de todos nós perpetuará esse pensar dominante de que a matemática está presente em todas as atividades do dia-a-dia, assim validando o estudo dessa ciência. Conforme a fala de Machado reproduzida anteriormente, sempre se suspeita de que a matemática seja dispensável às demais áreas, entretanto busca-se perpetuar o status da matemática com a ilusão de que ela está presente nas atividades do cotidiano. A aparente aceitação dos alunos de que a matemática é importante não é genuína, ela é imposta de modo a perpetuar a status dessa ciência e não de modo a ressaltar suas possibilidades e seus limites.

As respostas dos alunos à questão número sete do questionário também corroboram com o apresentado. A pergunta era se a matemática teria relação com as outras disciplinas escolares e, se tivesse, que fosse comentada alguma relação. Uma parcela superior à metade dos estudantes considerou a matemática como presente em física e em química e boa parte assim o fez para com a biologia. Entretanto, quanto ao segundo quesito da questão quase ninguém respondeu. Quase todos os alunos optaram por não responder a essa questão, entretanto os que o fizeram, assinalaram que era importante na hora de fazer os cálculos.

Penso que o estudo da matemática nas escolas seja indispensável, conforme todos os argumentos já apresentados. Entretanto, na escola, é atribuído à matemática uma importância não condizente com a realidade, na medida em que os alunos somente conseguem dar exemplos de que a matemática é importante na hora de fazer compras. Penso que seria muito importante deixar claro para os estudantes onde se utiliza matemática e em quais situações do cotidiano ela está presente direta ou indiretamente, pois se a matemática é importante somente na hora de fazer compras, então realmente ela não seria uma ciência muito importante e todos os demais conteúdos estudados na escola não deveriam ser ensinados, pois não fornecem qualquer ajuda na hora de contar o troco. É necessária uma matemática escolar mais afinada com suas aplicações, de modo a evidenciar sua importância nas atividades humanas, gerando assim um maior interesse para a disciplina.

## **5.2 O que é Matemática?**

Uma das inquietações que levou a este trabalho foi a percepção de que os alunos não sabiam o que estavam estudando nas aulas de matemática e isso me levou a inserir perguntas no questionário que fornecessem pistas sobre o que os alunos pensavam que seria essa ciência.

Uma das perguntas do questionário tratava especificamente sobre o que seria matemática. Claro, não esperava que fossem dadas respostas claras, precisas ou completas acerca do que seria esta ciência. Não digo que não esperava, porque os subestimei, não, mas porque é uma pergunta difícil e que exige mais tempo de reflexão para responder a uma pergunta desta natureza, de modo que o tempo de que os alunos dispunham para respondê-la era pequeno e insuficiente para a elaboração de uma resposta completa.

A matemática é uma ciência que tem como mote basicamente a procura de padrões, a comparação de objetos. A partir desses padrões são feitas hipóteses que serão demonstradas e assim se estabelecerão os resultados. A partir desses resultados outros decorrerão, tendo por base os fatos já demonstrados. Assim, serão buscados outros padrões, depois serão feitas outras conjecturas que culminarão em



outras deduções, todos com o devido rigor matemático. Dessa forma o saber matemático se constitui e esse é o modo como essa ciência opera (DAVIS; HERSH, 1982).

Ainda, a matemática é uma ciência que opera com um simbolismo muito próprio que poderíamos dizer que matemáticos falam uma espécie de “matematiquez”. Por exemplo, um trabalho de um matemático brasileiro pode ser lido sem grandes dificuldades por um matemático alemão, e reciprocamente. Uma outra característica é o fato de que a matemática se constitui a partir de um padrão de rigor e formalismo muito grande, de modo que para que possamos demonstrar nossos fatos e teorias, temos de fazê-lo amparados em fatos já conhecidos (ou já demonstrados), de modo que tudo isso se dê com um encadeamento lógico inquebrável. Além disso, temos de citar que a matemática segue um padrão de generalização muito grande, não demonstramos uma característica de um objeto em particular (exceto se esta for muito interessante), entretanto, temos interesse em demonstrar fatos que sirvam a uma classe inteira de objetos matemáticos e a essas características damos o nome de propriedades desses objetos.

Também há o viés matemático da investigação, ou seja, não é só sentar na cadeira, pegar a caneta e começar a demonstrar teoremas. Cada teorema, cada relação demanda muito trabalho do matemático, muita busca de padrões, muitas conjecturas e depois disso tudo ainda tem que se demonstrar o resultado, pois, caso contrário, ele não será aceito (DAVIS; HERSH, 1982).

Muitas palavras podem aparecer em uma definição do que seria matemática. Algumas destas palavras são rigor, demonstração, simbolismo, generalização, quantidade, medida, espaço, variação, padrões, comparação, propriedades de objetos, lógica, formalização, etc.

Por outro lado, a resposta à pergunta “o que é matemática” pode ser formulada de inúmeras maneiras, entretanto, dificilmente, elas deixariam de conter algumas das palavras aqui elencadas, já que estas palavras são parte essencial do que é esta ciência.

Com relação à questão de número onze que perguntava aos alunos do que a matemática trata, boa parte dos estudantes definiu a matemática como sendo a ciência dos cálculos e dos números. Outra parcela dos estudantes afirmou que não

saberia responder do que a matemática trata. Nota-se que esses dois grupos sozinhos já dão conta de mais de 80% das respostas possíveis. Nas categorias restantes ficaram enquadrados aqueles que dizem que matemática é a ciência da lógica, dos problemas, das medidas e da exatidão. Essas categorias perfizeram um total de pouco mais de 15% dos alunos. Além dessas categorias foi estipulada uma categoria “outros” para aquelas respostas que foram impossíveis de tabular nas outras categorias, como, por exemplo: “De um instrumento básico para ser usado durante a vida toda, que é preciso e necessário”.

Ainda gostaria de ressaltar o fato de que escolhi para a pesquisa alunos de terceiro ano de ensino médio, ou seja, estudantes com grande bagagem e experiência em matemática. Para quem é matemático profissional pode parecer bobagem essa afirmação, entretanto o fato é que os estudantes do ensino médio regular de qualquer escola brasileira têm pelo menos nove anos de ensino fundamental mais três anos de ensino médio, ou seja, são doze anos de convivência com esta ciência. Não são neófitos em matemática, esse grupo se constitui em pessoas com bastante experimentação na área, ou seja, nesta altura da vida escolar já estudaram funções, geometria plana, espacial e analítica, análise combinatória, funções de 1º e 2º grau, equações, trigonometria, etc. Pode-se afirmar que já estudaram boa parte da produção matemática dos primeiros séculos de existência desta ciência.

Os dados obtidos corroboram com minhas impressões de que na escola não se tem a exata noção do que é matemática e no que essa ciência se constitui.

Mais especificamente, as respostas à questão de número onze dão conta de que a matemática é a ciência dos números e dos cálculos. Ser a ciência dos números e dos cálculos é muito pouco para a ciência que, conforme sustentado no capítulo três, ajudou na constituição de boa parte dos avanços tecnológicos da história da humanidade. Dizer que a matemática é a ciência dos números e dos cálculos traz a ideia de que a matemática ensinada nas escolas é um saber técnico que se constitui em ensinar táticas para lidar com problemas numéricos e reproduzir soluções adequadas a situações pré-estabelecidas.

Somente uma resposta relacionou matemática ao conceito de medição. Da mesma forma, apenas uma resposta relacionou matemática a algum processo lógico

e outro aluno fez a relação da matemática com a resolução de problemas. Em absolutamente nenhuma das respostas apareceram as palavras quantidade, espaço, variação, formalismo, rigor, demonstração, propriedades, simbolismo ou generalização.

Por outro lado, na questão de número dois foi perguntado se era importante estudar matemática e mais de 90% dos alunos afirmaram que estudar matemática era importante. Paradoxalmente, esse grupo de alunos acha importante estudar uma disciplina que, conforme as repostas dos questionários, aparentemente não têm inteira compreensão de seus aspectos mais essenciais.

Preocupa a maneira como o saber matemático se perpetua, pois conforme pode ser visto no tópico anterior os alunos fazem poucas relações da matemática com as outras áreas do conhecimento humano e, agora, conforme se pode depreender da análise das respostas dos estudantes à questão de número onze, eles pouco sabem acerca do que é matemática. A matemática escolar, aparentemente, é pouco parecida com a área de saber constituída historicamente, a qual estou me referindo. É como se o professor fosse encarregado de transmitir um conhecimento aos estudantes sem que esse conhecimento tenha de ser justificado, sem que se tenha que saber do que ele exatamente trata e como opera suas ideias.

Em várias respostas do questionário tive afirmações dos alunos que diziam que o objeto da matemática era “ensinar coisas, que, para mim, não será muito útil”, “certos conteúdos sei que não me serão úteis, por isso não me interesso”, “qual a probabilidade de se usar tudo que se aprende em matemática?”, “por que existe matemática?” ou “quando vou utilizar fórmula de Bhaskara que não seja no vestibular?”. Essas afirmações, ou perguntas em alguns casos, os alunos fizeram principalmente quando da última questão, que solicitava aos estudantes que perguntassem alguma coisa sobre matemática. Todas essas colocações dos alunos se justificam na medida em que a matemática é colocada de forma a parecer um conhecimento divino e em que o professor é encarregado de apresentá-la sem precisar justificar ou mostrar o que é de fato essa ciência.

Ainda, não afirmo aqui que a matemática ensinada nas escolas, apesar de parecer diferente da matemática dos bancos acadêmicos, não seja matemática. Também não digo que a matemática ensinada nas escolas não seja importante.

Entretanto, os doze anos de matemática escolar aparentemente não conseguem refletir a totalidade dessa ciência, que tem muitas características marcantes além daquelas apontadas pelo grupo de estudantes ora estudado. Penso que é claro que a matemática é a ciência dos cálculos e dos números, mas essa é somente uma parte deste saber, que poderia ter seu espaço diminuído em favor de outras que também são muito interessantes, o que contribuiria para que o aluno angariasse uma compreensão mais ampla do que é e do que representa esta ciência.

### **5.3 História da Matemática**

As questões que dão conta de que a matemática aparece desconectada de suas práticas e utilidade, discutidas anteriormente, foram as que mais chamaram a atenção durante a análise do questionário e reforçam minha proposição para este trabalho.

Nesse sentido, penso que é necessário encontrar alternativas para o ensino da disciplina para que sejam melhor explicitadas sua natureza teórica e sua importância histórica. A alternativa sugerida neste trabalho é a história da matemática aliada à teoria da aprendizagem significativa, conforme discutida anteriormente.

Desta forma, o principal e primeiro desafio do professor passa a ser o de descobrir o que o aluno conhece do conteúdo a ser estudado, para que esses conhecimentos prévios dos alunos possam ser utilizados para formatação dos organizadores prévios. Esses conceitos trazidos na estrutura do estudante, os conceitos subsunçores, são muito importantes para que a relação a ser feita com o novo conteúdo seja não arbitrária e substantiva, assim se constituindo em aprendizagem significativa, ou seja, o aluno conseguirá fazer uma rede de relações de modo a não simplesmente reproduzir mecanicamente o conteúdo, mas sim que ele consiga generalizar o conteúdo ao ponto de que o aprendizado possa ser claro, preciso, diferenciável e inclusivo.

Penso que, utilizando esta abordagem, o aluno efetivamente será participante ativo no processo de ensino-aprendizagem, sendo nele centradas as ações de aprendizado e não no professor. Não digo que ele não fosse participante, entretanto,

seu papel no processo é muito maior nessa abordagem. De certa forma, o foco das atenções sai um pouco do como o professor ensina para como o aluno aprende. Nesse sentido, não apenas o aluno deve estar atento ao professor, mas o professor também tem de estar atento ao seu aluno, planejando suas atividades de maneira a centrar-se nas dificuldades e aptidões da turma.

Pode-se dizer que a inserção de história da matemática seria importante para mostrar como as ideias matemáticas foram desenvolvidas ao longo dos anos e como diversos conteúdos demoraram para ser concebidos e até aceitos pela comunidade matemática e que hoje são parte importante da estrutura de nossa sociedade e de amplo domínio de boa parte das pessoas. Dessa forma, a matemática passaria a ser vista como uma área do saber em desenvolvimento e não como pronta, acaba e compartimentada, conforme transparece geralmente.

Da mesma forma o estudo de matemática com a inclusão da via histórica forneceria ferramentas que teriam o poder de demonstrar, a partir do desenvolvimento de suas ideias, a importância e utilidade dessa ciência para a sociedade. Conforme visto a partir dos questionários aplicados importância e utilidade da matemática não são temas familiares aos estudantes analisados. Todavia, conforme estudado anteriormente é possível afirmar que a matemática está no centro de boa parte das inovações e avanços de nossa sociedade e sua importância se dá nos mais diversos ramos do conhecimento humano,

Penso que a inserção de história ajudaria a evidenciar a matemática enquanto construção humana e que poderia também ajudar na percepção da importância e utilidade dessa ciência a partir dos problemas históricos que levaram à concepção de diversas de suas ideias e teorias. Ajudaria na percepção de que a matemática não é uma ciência estática, pois, historicamente, quando existe um problema a ser resolvido diversas pessoas, inclusive de variadas áreas de conhecimento, trabalham nesse problema. Da mesma forma, a resolução desses problemas gerará novas perguntas a serem respondidas, assim proporcionando desenvolvimento mútuo, mostrando ainda o caráter experimental dessa ciência, tendo em vista que diversas teorias foram concebidas a partir de outras que não estavam inteiramente corretas, mas mesmo assim proporcionaram as bases e ideias iniciais para o posterior desenvolvimento de outra teoria.

Nesse sentido, é essencial que a matemática seja colocada para os alunos em confronto com as ideias que balizaram e construíram historicamente os conceitos matemáticos, de modo a evidenciar a matemática não somente como a ciência que está presente no dia-a-dia para usos como os de contar o troco, mas sim para mostrar que a matemática é essencialmente importante no desenvolvimento histórico da humanidade, tendo se constituído em sua espinha dorsal. Assim, também mostrando a matemática não como uma ciência acabada, mas como uma ciência em plena construção e indissociável das atividades e problemas da humanidade.

Ainda, a história da matemática se constitui em instrumento válido para evidenciar como a matemática opera internamente, isto é, além de suas relações com as outras áreas do conhecimento e de sua utilidade, assim podendo mostrar suas características internas, estudadas anteriormente no capítulo três, que diferencia a matemática de outras áreas do conhecimento.

Ante o exposto, penso que a história da matemática pode fornecer uma visão mais abrangente de nossa ciência, pois, além de poder mostrar os problemas que deram origem a muitas teorias desenvolvidas pelos matemáticos, tem uma dimensão pedagógica que se encaixa na teoria da aprendizagem significativa, conforme abordado neste trabalho.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A efetivação do presente trabalho ensinou-se acerca de várias questões relativas ao aparente desinteresse dos alunos sobre matemática, bem como me causou surpresas no caminho. Penso que os conteúdos escolares devem ser colocados em sala-de-aula de modo a aproveitar ao máximo a bagagem dos alunos, a fim de que o processo de aprendizagem, além de se tornar significativo, se torne uma experiência mais prazerosa para o aluno e para o professor.

Nesse trabalho tive a oportunidade de estudar e refletir sobre diversas questões inerentes não só ao ensino de matemática, mas também sobre matemática. Não sobre conteúdos matemáticos em específico, mas sobre as ideias matemáticas, sua constituição enquanto ciência, suas características marcantes, suas particularidades e principalmente sua rica história.

Na pesquisa procurei apontar algumas das causas que levam o aluno a se desinteressar pela disciplina, procurei descobrir o que os alunos pensam sobre matemática, quais suas dúvidas e suas dificuldades, e também tentei encontrar alternativas na própria matemática para que essas barreiras fossem rompidas, mostrando a matemática como conhecimento válido e com diversas aplicações em muitas atividades humanas.

A partir das considerações expostas pelos alunos pude verificar a história da matemática como possibilidade para desmistificação de uma concepção rígida desta disciplina a para a compreensão de conceitos aparentemente desconectados com a realidade.

Foi muito interessante e marcante a análise dos questionários, pois são raros os momentos em que se dialoga com os alunos no sentido de descobrir o que eles pensam sobre a disciplina, quais as suas preferências e também quais as suas dificuldades.

Penso que os objetivos do presente trabalho foram alcançados. Procurei situar bem minha escolha acerca do tipo de abordagem história que gostaria de propor, visto que existem dezenas de poderes já atribuídos a esta temática. Procurei

sempre distinguir o que estava sendo objeto de estudo e o que não estava, buscando, assim, deixar claro o que estava sendo tratado no trabalho.

O presente trabalho destina-se àqueles que queiram, talvez além de ler sobre as possibilidades pedagógicas da inserção da história da matemática em sala-de-aula, ler sobre matemática, sobre sua história, constituição, desenvolvimento e suas contribuições para com diversos campos das relações humanas. Tentei escrever com bastante afinco o capítulo quatro em especial, pois, lembrando minha exposição na introdução deste trabalho, gostamos mais de fazer uma atividade quando sabemos porque a estamos realizando.

Nessas últimas linhas também quero deixar claro que considero a história da matemática uma alternativa válida para melhoria da prática de ensino-aprendizagem. Digo isto, principalmente porque observo que muitos professores se acorrentam às suas ideias e deixam de contemplar outras possibilidades pedagógicas. Escolhi propor este trabalho utilizando a história da matemática, entretanto entendo que há várias outras possibilidades tão interessantes quanto esta. De fato, penso que a maior tarefa de qualquer professor é tentar buscar as melhores alternativas para que o processo de ensino-aprendizagem se constitua em um processo rico e sempre observando as características e bagagens fornecidas pelo grupo de alunos com os quais está a trabalhar.



## 7 REFERÊNCIAS

D'AMBRÓSIO, Ubiratan. A História da Matemática: questões historiográficas e políticas e reflexos na Educação Matemática. In: BICUDO, Maria Aparecida Viggiani. **Pesquisa em Educação Matemática: Concepções e Perspectivas**. São Paulo: UNESP, 1999. P. 97 – 115.

DAVIS, Philip J.; HERSH, Reuben. **A Experiência Matemática**. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1985.

EVES, Howard. **Introdução à História da Matemática**. Campinas: Editora UNICAMP, 2004.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. São Paulo: Atlas, 2008.

KLEIN, Marjúnia Edita Zimmer; COSTA, Sayonara Salvador Cabral. Investigando as Concepções Prévias dos Alunos do Segundo Ano do Ensino Médio e seus Desempenhos em alguns Conceitos do Campo Conceitual da Trigonometria. **BOLEMA**, Rio Claro (SP), v. 24, nº 38, p. 43 a 73, abril, 2011.

MACHADO, José Machado. **Matemática e Língua Materna: A Análise de uma Impregnação Mútua**. São Paulo: Cortez, 1990.

MIGUEL, Antônio. **Três Estudos Sobre História e Educação Matemática**. Campinas. UNICAMP, 1993. Tese (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1993.

MIGUEL, Antônio; MIORIM, Maria Ângela. **História na Educação Matemática: Propostas e Desafios**. Belo Horizonte: Autêntica, 2004.

NUNES, José Messildo Viana; ALMOULOUD, Saddo Ag; GUERRA, Renato Borges. O Contexto da História da Matemática como Organizador Prévio. **BOLEMA**, Rio Claro (SP), v. 23, nº 35B, p. 537 – 561, abril, 2010.

PAIS, Luiz Carlos. **Ensinar e Aprender Matemática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2006.

## Apêndice A: O Questionário

- 1 – Com qual disciplina escolar você mais se identifica?
- 2 - Você acha importante estudar matemática? Por que?
- 3 – Você já teve dificuldades nas aulas de matemática? Como foi isso?
- 4 – Você acha que a matemática está presente em seu cotidiano? De que forma?
- 5 – Dos conteúdos de matemática citados abaixo, qual você acha que tem aplicação em seu dia-a-dia?  
( ) funções ( ) matrizes ( ) equações ( ) probabilidade ( ) análise combinatória ( ) geometria
- 6 – Cite alguma aplicação prática da matemática.
- 7 – A matemática tem alguma importância em outras disciplinas?
- 8 – Se sim, em quais disciplinas ela mais aparece?
- 9 – Dos conteúdos que você aprendeu em matemática. Qual foi o mais significativo?
- 10 – Em que áreas do conhecimento você acha que a matemática tem aplicação?  
( ) engenharia ( ) literatura ( ) carpintaria  
( ) contabilidade ( ) construção civil ( ) música  
( ) arquitetura ( ) gastronomia ( ) outros, quais?
- 11 – Há alguma área do conhecimento em que a matemática não tenha aplicação? Qual?
- 12 – Há alguma coisa que você gostaria de perguntar sobre matemática? O que?
- 13 – Qual sua maior dificuldade em matemática?
- 14 – Do que trata a matemática?

## Apêndice B: Termo de Consentimento Informado

Eu, \_\_\_\_\_, R.G. \_\_\_\_\_, declaro, por meio deste termo, que concordei em participar da pesquisa intitulada “Matemática: do que trata? Para que serve? Qual sua História”, desenvolvida pelo pesquisador Phillip Wahlbrink Toujá. Fui informado (a), ainda, de que a pesquisa é orientada pela Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Lucia Helena Marques Carrasco, a quem poderei contatar a qualquer momento que julgar necessário, através do e-mail [luciahmc@mat.ufrgs.br](mailto:luciahmc@mat.ufrgs.br).

Tenho ciência de que minha participação não envolve nenhuma forma de incentivo financeiro, sendo a única finalidade desta participação a contribuição para o sucesso da pesquisa. Fui informado(a) dos objetivos estritamente acadêmicos do estudo, que, em linhas gerais, é:

- Conhecer a opinião dos alunos sobre o que é matemática e para que serve.
- Investigar de que forma a história da matemática pode contribuir para que a matemática tenha maior vinculação com o cotidiano do aluno.

Fui também esclarecido(a) de que o uso das informações oferecidas por mim será apenas em situações acadêmicas (artigos científicos, palestras, seminários, etc.), sem identificação do meu nome e demais informações relativas à minha pessoa.

A minha colaboração se fará por meio da resposta a um questionário, relativo ao tema “O que é matemática e qual seu objeto de estudo?”. A utilização dos dados constantes do questionário se iniciará apenas a partir da entrega desse documento por mim assinado.

Estou ciente de que, caso eu tenha dúvida ou me sinta prejudicado(a), poderei contatar o pesquisador responsável no e-mail [phillip\\_8387@yahoo.com.br](mailto:phillip_8387@yahoo.com.br).

Fui ainda informado(a) de que posso me retirar dessa pesquisa a qualquer momento, sem sofrer quaisquer sanções ou constrangimentos.

Porto Alegre, 21 de maio de 2014.

Assinatura do (a) entrevistado: \_\_\_\_\_

Assinatura do pesquisador: \_\_\_\_\_

Assinatura da orientadora da pesquisa: \_\_\_\_\_