



# O diálogo das transformações sociais com a matemática no século XIX

The dialogue of the social transformations with the mathematics in the 19<sup>th</sup> century

Giselle Costa de Sousa

Universidade Federal do Rio Grande do Norte

## Resumo

O presente trabalho traz, ao longo de seu corpo, um esboço histórico dos acontecimentos que envolveram a Europa (especialmente a Inglaterra) durante o século XIX, buscando, assim, retratar o contexto da idade áurea da Matemática, aclarando o meio em que estiveram imersos aqueles que nela trabalharam, bem como sua influência na produção tão frutífera dessa área durante esse período. Deste modo, é fazendo a Matemática do século XIX dialogar com as transformações sociais de seu período que buscamos elucidar a construção do conhecimento matemático, assim como sua própria definição a fim de desmistificarmos a noção arquetípica de Matemática como, apenas, a ciência dos números e passarmos a compreendê-la num âmbito mais global e significativo. Especialmente, creditamos que essa desmistificação deve ocorrer na prática docente haja vista que a forma como ensinamos está intimamente ligada ao modo como compreendemos a própria Matemática.

Palavras-chave: História. Matemática. Ensino.

## Abstract

The present work brings historical presentations of the events that involved the Europe (especially England) in 19<sup>th</sup> century, showing this way the context of the golden age of the Mathematics, clarifying the ambient of those that worked in it, as well as its influence in the fruitful production of this area during this period. Thus, it is making the Mathematics of the 19<sup>th</sup> century to dialogue with the social transformations of its period that we looked for to elucidate the construction of the mathematical knowledge, as well as its own definition to demystify the ordinary notion of Mathematics as the science of the numbers and we start to understand it in a wider and significant extent. Especially, this explanation should happen in teacher practice because of the form we taught is intimately linked to the way as we understood the Mathematics itself.

Keywords: History. Mathematical. Teaching.



## 1. Introdução

Ensinar Matemática constitui uma tarefa difícil apesar do grande envolvimento que essa disciplina tem apresentado entre alunos e professores. As dificuldades perpassam motivos como a crença de que a Matemática se adapta a qualquer realidade, devido, entre outros, a sua precisão e rigor que nos leva a refletir numa consequente neutralidade dessa ciência, no que se refere a interesses externos. Mas, a história dessa ciência revela que este não é o caso e como bem coloca Machado (2001) a respeito dessa questão:

Numerosos trabalhos já abordaram tal questão sob os mais variados ângulos sendo, até certo ponto, tranqüila a aceitação de que a Ciência decorre de um projeto científico global, de natureza essencialmente política, indo muito longe a época heróica do cientista que, trabalhando sozinho ou por iniciativa própria, fazia a Ciência, de forma livre e desinteressada, com compromisso apenas com sua vontade de conhecer. Mais factível mesmo é que essa época nunca tenha existido. (MACHADO, 2001, p. 10).

54

De fato, ver a Matemática como indiferente aos acontecimentos externos, apesar de seu desenvolvimento, quer seja com objetivo prático, como o dos babilônicos e árabes, ou abstrato, evidenciados pelos gregos, ou através das contribuições de Descartes (1596-1650), Leibniz (1646-1716), Newton (1642-1727) e outros, dadas a partir do século XV, e mais ainda quer seja pela gama de contribuições oriundas da idade áurea da Matemática (século XIX). Seja como for, é consenso que todos esses fatos trouxeram algumas consequências referentes ao ensino dessa disciplina, seja pela redefinição dessa ciência, seja pela identificação de sua relação com o cotidiano e o contexto de sua produção.

Da mesma forma, podemos constatar que é difícil conceber uma neutralidade no que se refere à prática do professor de Matemática. Não podemos olhá-lo como sujeito neutro, sem intencionalidade ou com total imparcialidade no que concerne a sua ação pedagógica. Suas concepções quer sejam filosóficas, epistemológicas, metodológicas ou qualquer outra, influenciarão no processo didático desenvolvido por esse docente.

Com o intuito de refletir sobre fundamentos da Matemática, bem como sobre seu ensino, surge nosso diálogo com as transformações sociais



envoltórias da produção Matemática do século XIX. Mas, por que particularmente fazer a Matemática do século XIX dialogar com as mudanças ocorridas em seu meio? Primeiramente, ressaltamos que historiadores da Matemática como Boyer (1974) defendem que esse é um período rico para essa ciência em virtude de que a produção de conhecimento matemático, nesse momento, superou tanto em quantidade quanto em qualidade a dos séculos precedentes. Em segundo lugar, fazemos referência a duas teorias defendidas por MacHale (1985). Segundo o referido autor, as grandes descobertas ocorrem quando as teorias *Spirit of Age*<sup>1</sup> e *Great Man*<sup>2</sup> se encontram, isto é, quando um homem gênio é envolvido por um espírito de época. Neste sentido, admitindo que somos frutos do meio, não faria sentido falar da Matemática em seu auge sem voltarmos nossa atenção para o âmbito em que foi produzida. Assim sendo, tomamos esse recorte da história da Matemática como espelho para suscitar reflexões sobre como a Matemática, quando vista num sentido mais amplo que não apenas dos números, cálculos ou operações e quando trazida para um âmbito próximo à realidade, pode ser significativa e originar resultados mais notórios.

## 2. O retrato das transformações sociais na Europa do século XIX

55

Norteados pelo fato de que **o hoje é fruto do ontem**, sobretudo daquele mais imediato, não podemos falar das transformações sociais do século XIX sem mencionar os acontecimentos importantes que precederam esse período. Além disso, Smith (1906) afirma que a história da matemática moderna deve ser, também, a história moderna dos ramos antigos. Veremos que as mudanças significantes no século XIX são devidas às marcas deixadas pelos períodos precedentes (final do século XVIII), bem como resultam de um emaranhado de outras forças sociais que se desenrolaram ao longo do tempo.

Para Montalvão; Suriane; Rosamiglia; Silva R.; Costa; Guimarães; Silva M.; Facundini; Reis; Gallo; Olszewer (1998), no final do século XVIII e início do século XIX, a Europa passou por um melhoramento agrícola que foi implementado nos grandes campos, formados quando proprietários privados cercaram terras públicas. De acordo com Montalvão; Suriane; Rosamiglia; Silva R.; Costa; Guimarães; Silva M.; Facundini; Reis; Gallo; Olszewer (1998), os lucros oriundos da agricultura aliados ao do comércio colonial e estrangeiro



não se estagnaram nestes fins e passaram a ser canalizados através de centenas de bancos e da Bolsa de Valores (fundada em 1773) para uma outra crescente atividade existente no período: os processos industriais. Esses processos, como veremos, geraram mudanças tão radicais na sociedade que os historiadores chamam esse período de Revolução Industrial.

Sob um olhar mais minucioso, Schmidt (1999) esclarece que essa revolução começou na Inglaterra devido ao fato de que os burgueses<sup>3</sup> ingleses haviam se enriquecido bastante nesse período em decorrência da ampliação de seus negócios e do fortalecimento de sua economia. Esse acúmulo primitivo de capital ocorreu pelo financiamento de ataques piratas, tráfico de escravos, empréstimo de dinheiro a juros, vitória em guerras, tratados impostos a países fracos, o pagamento de salários miseráveis aos artesãos empregados nas manufaturas e, sobretudo, pelo comércio. Aliás, nessa atividade, a burguesia inglesa esteve bem à frente das demais, liderando o mercado interno e externo.

Para Carmo (1997), a Inglaterra saiu na frente, pois reuniu as seguintes condições necessárias para a formação da sociedade industrial:

Havia grandes capitais acumulados;

Havia uma classe social, a burguesia, possuidora desses capitais e interessada em investir no desenvolvimento das técnicas de produção;

Os interesses burgueses predominavam no parlamento;

Havia uma grande quantidade de trabalhadores livres, que nada possuíam, a não ser sua força de trabalho, a qual precisavam vender em troca de um salário. (CARMO, 1997, p. 46).

A referida autora acrescenta, ainda, que, aliada a essas condições, a Inglaterra dispunha de recursos naturais, como o ferro e o carvão, indispensáveis à indústria.

De fato, reconhecemos que grande parte do poderio inglês foi conquistado com o Ato de navegação e a Revolução Gloriosa, proporcionando, assim, o capital e as condições políticas necessárias para a consolidação dessa soberania. Vale salientar que o Ato de Navegação foi um conjunto de decretos que apoiavam o monopólio inglês na realização dos transportes de produtos procedentes da Inglaterra ou a ela destinados, garantindo, assim, o domínio do transporte marítimo e do comércio industrial para a Inglaterra. Já



a Revolução Gloriosa (1688-1689) estabeleceu a supremacia do Parlamento sobre a monarquia na Inglaterra.

Vale observar que a marinha inglesa, nessa época, era a maior do mundo, possibilitando o comércio dos produtos industrializados em quase todos os lugares. Contudo, o referido autor concorda com Carmo (1997) ao colocar que, além disso, os ingleses tinham dois outros fatores importantes para determinar sua liderança: o primeiro consiste na disponibilidade de mão-de-obra (que supria a força de trabalho exigida para a sustentação das fábricas) e, o segundo, a existência de grandes jazidas de ferro e carvão no país (que mantinham recursos naturais necessários para o funcionamento das máquinas e beneficiamento dos produtos).

É sabido, porém, que quanto mais comércio, maior é a concorrência. Assim, em busca de vencê-la era preciso oferecer produtos mais baratos, o que só foi possível quando as máquinas entraram em cena para dinamizar a produção. Neste sentido, Schmidt salienta que “[...] foi a pressão do mercado (ameaça dos concorrentes) que levou a burguesia inglesa a aperfeiçoar suas máquinas e a investir nas indústrias.” (SCHMIDT, 1999, p. 108). Além dos fatores já postos segundo Carmo (1997).

Como se deu o caminho percorrido por essa burguesia até o surgimento das primeiras máquinas e a inauguração desse processo industrial?

Para Montalvão; Suriane; Rosamiglia; Silva R.; Costa; Guimarães; Silva M.; Facundini; Reis; Gallo; Olszewer (1998) esse novo processo se iniciou especialmente no século XVIII em virtude da invenção da bomba a vapor do ferreiro inglês Thomas Newcomen (1663–1729)<sup>4</sup>, em 1712, auxiliando a mineração de carvão. Com a fusão do carvão coque, foi possível produzir ferro bom e barato para as maquinarias posteriores como a lançadeira – inventada pelo engenheiro inglês John Kay<sup>5</sup> (1704-1780) em 1733 – e a máquina de fiar – criada em 1764 pelo carpinteiro e inventor britânico James Hargreaves<sup>6</sup> (1720-1778) – as quais eram usadas nas novas e grandes fábricas têxteis de algodão. Entretanto, o processo industrial tornou-se significativamente mais pulsante a partir do surgimento das eficientes máquinas a vapor<sup>7</sup>, que, também, utilizavam o carvão como combustível. Carmo (1997) acrescenta o aparecimento do descaroçador de algodão – feito pelo inventor e empresário norte americano Eli Whitney<sup>8</sup> (1765-1825), em 1782 – e o tear mecânico – surgido, em 1785, através do Reverendo britânico Edmund



Cartwright<sup>9</sup> (1743-1823) – como exemplos de maquinarias que impulsionaram a indústria, particularmente, da tecelagem.

Em decorrência desse processo, o novo mundo do capitalismo da cidade, da tecnologia e da mudança incessante triunfou, fazendo com que o modo de vida e a mentalidade de milhões de pessoas se transformassem numa velocidade espantosa e, até devastadora. Em suma, as sirenes das fábricas marcam um novo ritmo de vida.

Para Schmidt (1999), ao observarmos esses fatos sob os olhares do século XXI é fácil entendermos o porquê do impacto dessas mudanças e a profundidade de seus efeitos na vida das pessoas. Basta, para isso, repararmos como as máquinas estão presentes na nossa vida. Olhando à nossa volta, percebemos claramente que a maioria dos objetos que usamos foi feito por trabalhadores, que, para produzi-los, usaram diversas máquinas. O presente artigo, por exemplo, foi feito com o auxílio de várias máquinas, como o computador, a impressora, as máquinas que produzem papel, as que geram energia elétrica, entre outras.

Já nas primeiras décadas do século XIX, as máquinas a vapor equiparam navios e locomotivas; outras se destinaram a fabricar tecido (movimentando os teares mecânicos) e, assim, passaram a aumentar a produção das demais mercadorias, fazendo crescer os lucros dos burgueses na mesma proporção da miséria do proletariado (trabalhadores). As fábricas começaram a se espalhar rapidamente em virtude do investimento dos empresários ingleses.

58

### **3. Mudanças ocorridas com a expansão da indústria (Europa)**

De acordo com Carmo (1997), a Revolução Industrial não pode ser vista, apenas, como uma mudança acelerada nos meios de produção. Para ela, é notório observarmos que essa revolução transformou profundamente a vida econômica, social, política e cultural da humanidade, já que, em toda parte onde ela ocorreu, o modo de viver e de pensar foi modificado rápida e radicalmente.

Como mencionado no início deste trabalho, as mudanças significantes não acontecem de uma hora para outra, mas são resultados de um conjunto de fatos ocorridos ao longo do tempo, ou seja, faz-se necessário um período de transição. De fato, como encarado por Carmo (1997), a Revolução Industrial



(espinha dorsal das transformações do século XIX) teve um longo tempo de preparação, correspondente à transição do feudalismo para o capitalismo, que se deu na Idade Moderna.

Podemos considerar a Revolução Industrial como o passo decisivo para o estabelecimento da sociedade capitalista. Esta, por sua vez, passou a exigir cada vez mais mão-de-obra livre e barata para fazer as indústrias operarem.

○ suprimimento dessa necessidade se deu, especialmente, por duas vias. Primeiro, mediante a ampliação das terras por parte dos grandes fazendeiros que encurralaram os camponeses em pequenas terras sem condições de competição e até de subsistência, tendo que abandoná-las para trabalhar nas cidades. Em segundo lugar, a desigual competição imposta aos artesãos por parte das indústrias as quais conseguiam confeccionar seus produtos muito mais rapidamente e de maneira mais barata que as oficinas.

Aos poucos, tanto os camponeses quanto os artesãos, por não conseguirem mais viver da terra ou do artesanato, tiveram que buscar emprego como operários nas fábricas, aceitando uma excessiva jornada de trabalho e recebendo pequenos salários para não morrer de fome. Surgia então o proletariado.

Por um lado, a Revolução Industrial atrelada ao capitalismo deixou a grande maioria dos operários viver em péssimas condições. A nova classe de trabalhadores industriais, desarraigada de seus lares rurais, tinha salários muito baixos, uma jornada de trabalho extensa (14 a 16 horas), sem direito a férias e carecendo de segurança no trabalho. ○ proletariado se sujeitava ao trabalho em fábricas muito sujas e barulhentas, à humilhação dos patrões e às perigosas condições de aglomeração no trabalho e em casa. Por esse motivo, os trabalhadores perceberam a necessidade de se unir organizando sindicatos (legalizados na Inglaterra em 1824; na França em 1884) e greves. Vale salientar que, nesse período, surgiram movimentos importantes de luta a exemplo do ludismo e o movimento cartista. No primeiro deles, de acordo com Schmidt (1999), os trabalhadores formavam grupos e invadiam as fábricas. Já o segundo é marcado pelo documento chamado **Carta do Povo** que reivindicava o sufrágio universal masculino (o direito de voto para todos os homens).

Por outro lado, a Revolução Industrial enriqueceu muitos capitalistas trazendo progressos técnicos e inovações administrativas que se espalharam pela



Europa (especialmente na Alemanha) e pelos E.U.A., causando uma explosão de produção industrial, demandada por matérias-primas e competição por mercados. Os inventores, tanto treinados quanto autodidatas, forneciam os meios para a produção em escala maior (aço Bessemer<sup>10</sup>, 1855; máquina de costura, 1846). (Montalvão; Suriane; Rosamiglia; Silva R.; Costa; Guimarães; Silva M.; Facundini; Reis; Gallo; Olszewer, 1998).

Em outras palavras, a semente brotada na Inglaterra germinou em outros campos da Europa. Schmidt (1999) enfatiza que, na França, os frutos da revolução foram semeados com o impulso dado na época do militar e estadista francês Napoleão Bonaparte<sup>11</sup> (1769-1821) e firmados com o desenvolvimento das ferrovias a partir de 1840. Na Alemanha, essas alterações só foram sentidas dez anos mais tarde, enquanto que, na Itália e Rússia, a importância do processo industrial só foi adquirida no final do século XIX. A exemplo destes, temos ainda os E.U.A., cujas matrizes industriais surgiram no final do século XVIII, mas sua arrancada industrial chegou somente na segunda metade do século XIX (depois que os estados do Norte venceram os do Sul numa guerra civil). Por fim, citamos o Japão, cuja industrialização contou com o apoio do governo e tomou corpo nas últimas décadas do século XIX (quando o Estado se ligou à burguesia).

60

Deste modo, sentimos que a dicotomia social imposta pelo capitalismo e a Revolução Industrial geraram tanto riqueza quanto pobreza, tão discrepantes e atuais. Esta, por sua vez, vem crescendo até hoje e aumentando o abismo social.

A exemplo das alterações impostas pela Revolução Industrial no modo de vida da humanidade temos o aumento da população nas cidades europeias. Neste sentido, destacamos que grandes cidades, como Londres e Paris encheram-se de favelas e cortiços, pois os camponeses e artesãos, arruinados, passaram a ser cada vez mais importantes nas fábricas e grandes centros. Na Inglaterra, por volta de 1850, havia mais pessoas na cidade do que no campo.

Essa migração teve influência direta na qualidade de vida das pessoas haja vista que as cidades não estavam preparadas para recebê-las. Portanto, os pobres conviviam com a insalubridade amontoando-se em bairros onde o esgoto e os ratos disputavam as ruas com os pedestres, tinham casas velhas e desconfortáveis e falta de água. Ao mesmo tempo, o trabalhador tinha que se





adaptar às tarefas monótonas e repetitivas das fábricas, à disciplina imposta pelos patrões e ao medo do desemprego, em contraste com o trabalho costumeiro e autônomo do campo.

Havia uma vida moderna que, em contrapartida, impunha mudanças incessantes aliadas ao progresso avassalador. O capitalismo industrial estimulou os pesquisadores a buscar o **lado prático** do conhecimento e a aperfeiçoar a indústria, fazendo com que surgissem a cada instante novas máquinas, novos produtos, novos gostos e modas, novas tecnologias.

Os principais avanços tecnológicos são destacados por Schmidt (1999) como sendo os barcos – criados pelo engenheiro e inventor norte-americano Robert Fulton<sup>12</sup> (1765-1815), em 1807 – e a locomotiva a vapor – inventada pelo engenheiro mecânico inglês George Stephenson<sup>13</sup> (1781-1848), em 1825 –, que representam a revolução ocorrida nos transportes; a máquina agrícola – feita pelo inventor e industrial norte-americano Cyrus Hall McCormick<sup>14</sup> (1809-1884), em 1834 – a fotografia – inventada pelo comerciante e pesquisador francês Louis Jacques Mande Daguerre<sup>15</sup> (1787-1851), em 1839 – e ainda o telégrafo – criado pelo pintor e inventor norte-americano Samuel Finley Breese Morse<sup>16</sup> (1791-1872), em 1844 – representante da revolução nos meios de comunicação.

A respeito desse fato, Montalvão; Suriane; Rosamiglia; Silva R.; Costa; Guimarães; Silva M.; Facundini; Reis; Gallo; Olszewer (1998) acrescenta que a especialização local e o comércio de longa distância foram auxiliados por essas revoluções nos transportes e nas comunicações. Para ele, cada uma dessas invenções tem um papel nas transformações ocorridas durante o século XIX. As estradas de ferro foram introduzidas na década de 1820 na Inglaterra e nos E.U.A. Em 1880, mais de 240.000 quilômetros de linhas férreas haviam sido assentadas no mundo todo e mais 160.000 quilômetros na década seguinte. Os navios a vapor foram aperfeiçoados (o *Savannah* cruzou o Atlântico em 1819). O telégrafo, aperfeiçoado em 1844 (Morse), conectou por cabo o Velho e o Novo Mundo, em 1866, e acelerou o passo do comércio e da política internacionais. A primeira estação telefônica comercial entrou em operação nos E.U.A. em 1878.

Em suma, as transformações fecundas do século XIX são devidas principalmente à instauração do sistema capitalista oriundo do processo de industrialização. Percebemos que o retrato das transformações sociais que



envolveram a Europa durante o século XIX é devido aos estímulos capitalistas deixados pelos períodos antecedentes, tendo como espinha dorsal a Revolução Industrial e proporcionando mudanças não, apenas, nos meios de produção, mas, sobretudo, no modo de vida das pessoas. Em decorrência da somatória de todas essas condições propícias, a Inglaterra foi o coração dessas transformações que, além de se expandirem para todo o mundo, perduram até hoje. A seguir, vemos como tais acontecimentos se portaram diante da Matemática produzida no século XIX.

#### 4. O diálogo das transformações sociais com a matemática

Nosso diálogo começa pela ligação dos fatos históricos com a Matemática em sua **maturidade**<sup>17</sup>.

Como destacado na seção anterior, o século XIX foi envolvido por uma gama de mudanças que o marcaram fortemente. Essas transformações tratam, em suma, das mudanças nos meios de produção e no modo de vida das pessoas. Cada uma dessas alterações se ramificou em várias outras que marcaram fortemente o período e, conseqüentemente, a Matemática produzida nele.

A fim de observarmos essas ramificações e destacarmos sua ligação com a Matemática, vejamos o fluxograma que segue:

Processo de industrialização

O processo de industrialização visualizado sucintamente no fluxograma acima alude às implicações que este tenha exercido sobre as características mais notáveis observadas na Matemática desenvolvida no século XIX.

A exemplo, destacamos que, para atender às necessidades impostas pelo processo de industrialização, a Matemática passou ainda mais a enfatizar aplicação e incessantemente atender aos anseios das indústrias resolvendo problemas de cunho prático. Ao mesmo tempo, essas soluções eram experimentadas e postas em prática pelas escolas técnicas e academias militares as quais, além disso, eram responsáveis pelo suprimento de mão-de-obra qualificada para as novas exigências e profissões surgidas.

Aludimos, ainda, que a divisão do processo de trabalho e especialização das tarefas nas fábricas atrela-se à especialização da Matemática desse período, haja vista que a atenção industrial estaria cada vez mais voltada a



um processo específico na linha de produção e os problemas surgidos eram cada vez mais característicos de uma subárea, cujas soluções eram também respondidas por novas subáreas da Matemática.

Exemplificamos, também, a alusão do fluxograma com a relação da revolução nos meios de transportes e de comunicação com a redistribuição geográfica da Matemática, bem como com o surgimento de novos jornais e periódicos. De fato, a valorização e ampliação dos meios de comunicação estimularam a divulgação dos trabalhos científicos, como veremos mais adiante. Do mesmo modo, a revolução nos transportes acena para o fato da produção Matemática ter se tornado mais difusa, nessa época, especialmente, pelo fato de a França (que era o centro da produção Matemática) ir perdendo seu posto para outros países como a Inglaterra (centro da Revolução Industrial) e Alemanha. Esclarecendo, enquanto, nos últimos anos do século XVIII, os principais matemáticos eram franceses, na primeira metade do século XIX as atividades matemáticas tornaram-se difusas. No entanto, a preponderância continental francesa foi quebrada gradualmente, pois até 1830 ainda era a França que dava o sinal. (CROUZET, 1996). Essa redistribuição geográfica permitiu a troca de idéias e uma maior flexibilidade do conhecimento matemático.

No fluxograma, observamos que as mudanças nos meios de produção implicaram a melhoria geral dos padrões de vida (proporcionada pela comodidade advinda do aparecimento das máquinas no cotidiano) ativando um interesse geral pela ciência e tecnologia. Salientamos, porém, que isso era e continua sendo privilégio de poucos. Neste sentido, a atividade científica passou a ser considerada um empreendimento colaborativo, isto é, houve a consciência de que a ciência poderia ser determinante para otimizar a vida das pessoas. Como reflexo do reconhecimento desse valor e estímulo às potencialidades científicas, são criadas, nessa época, premiações como medalhas concedidas por associações de grupos científicos específicos como a *Royal Society* que, inclusive, não há premiações limitadas, apenas, a seus membros, mas estão abertas para qualquer idioma e às seguintes variedades de disciplinas: em ciência e tecnologia, nas ciências sociais e nas ciências humanas. Contudo, a escolha dos medalhistas é feita pelos membros da sociedade e mais de um prêmio pode ser concedido ao mesmo nome. Além disso, existem cerca de dez tipos diferentes de medalhas que têm a premiação variando



anualmente, bienalmente ou trienalmente, de acordo com a categoria. (The Royal ..., [200-]).

Ao mesmo tempo que as novas classes sociais valorizavam a ciência, nelas também surgiam novos anseios acadêmicos. (STRUIK, 1967). Essas aspirações culminaram em reformas nas escolas e universidades. Tais instituições voltavam sua atenção para o ensino como parte integrante do treinamento de engenheiros. Assim, a Matemática teórica e prática passou a integrar os currículos, com ênfase nas pesquisas e experimentos bem como no ensino. (valorização da Matemática aplicada).

Contudo, diante de tantas mudanças no dia-a-dia, era de se esperar que as novas classes também passassem a aceitar mudanças na própria definição das ciências, aceitando ideias novas e admitindo erros nos conceitos tomados como arquétipos. Particularmente, com a Matemática isso aconteceu<sup>18</sup>(valorização da Matemática pura). Segundo Nagel (1935), durante os primeiros vinte e cinco anos do século XIX, a Matemática foi universalmente entendida como ciência de quantidade. Somente com a solução do dilema dos números imaginários<sup>19</sup> foi que a Matemática passou de ciência de magnitude apenas para se tornar a ciência que também explora as mais abstratas propriedades de qualquer assunto-problema. Para o referido autor, há dois pontos que caracterizam o crescimento dessa visão. O primeiro se refere à tentativa de dar uma interpretação geométrica aos números imaginários tão bem quanto se deu aos números negativos. O segundo consiste na consideração da Matemática como ciência pura que tem estruturas simbólicas bem definidas capazes de modelar diferentes situações. Deste modo, no século XIX, temos um exame dos fundamentos da Matemática.

De fato, o século XIX consiste na eclosão de convergência entre as ciências. Para a Matemática, foi um período extremamente rico e saliente em relação aos precedentes<sup>20</sup>. Como ressaltado por Smith (1906), até antes do século XIX foram constituídos os fundamentos da Matemática, especialmente, pela conservação das contribuições da Matemática dos babilônios, egípcios e gregos. A partir do século XIX, houve um intenso estudo dos primeiros princípios mediante a análise crítica destes, o que ocorreu com a tentativa ou necessidade de refutá-los. De fato, a Matemática dos antigos era tomada como referência e inquestionável até então e durante o século XIX alguns desses fundamentos foram postos em dúvida como, por exemplo, o padrão grego de Geometria presente nos **Elementos** de Euclides que culminou no surgimento



das Geometrias não-euclidianas. Vale salientar que isso não significa, necessariamente, que a Matemática dos antigos deva ser renegada.

Segundo Vergani (2003), a busca de refutação de conceitos arquétipos quando não traz à tona sua invalidação, conduz a sua reafirmação ou, em seu percurso, faz emergir novas ideias e conceitos e, por isso, é tão frutífera. Realmente, assim ocorreu com a Matemática no século XIX, que passou a ser vista com outros olhos. Especialmente, nesse período, ela foi redefinida e aceita não só como a ciência dos números (aplicação), mas também como aquela que estuda o raciocínio lógico (abstração). (NAGEL, 1935). Isso ocorreu, sobretudo, pela mudança de postura da sociedade que passou a questionar se os padrões de rigor eram adequados e a não como intocáveis. Assim, certos conhecimentos ou conceitos estáticos e hirtos foram paulatinamente refeitos ou ampliados pela quebra de sua fixidez.

O progresso nos padrões de vida enfatizou o processo de urbanização nas cidades, aliando-se ao crescimento do abismo social existente até hoje (proletariado muito mais pobre e capitalistas muito mais ricos) e ao aumento da população, mais concentrada nos centros urbanos.

Ressaltamos que a Matemática do século XIX esteve associada à praticidade da indústria, contudo, ao continuarmos nosso diálogo, vemos que a Matemática, nessa época, também valorizou o caráter abstrato do conhecimento através de sua especialização em ramos como a Álgebra e pela investigação de métodos simbólicos. De fato, falemos agora de outro ponto inerente às mudanças no contexto histórico do século XIX e sua implicação na Matemática. Tratamos da divisão do processo de trabalho caracterizado pela especialização nas tarefas efetuadas no ambiente da fábrica. Essa particularização das atividades exercidas pelo operário faz referência à especialização ocorrida na Matemática do século XIX. De fato, uma característica dessa época foi que a Matemática começou a ser fragmentada em campos diversos com resultados de suma importância haja vista que os especialistas, por focarem um objetivo específico, tinham a oportunidade de aprofundá-lo cada vez mais.

Sobre a especialização da Matemática ocorrida durante o século XIX, Boyer (1974) exemplifica que enquanto Leonhard Euler (1707-1783)<sup>21</sup> pode ser visto como matemático, nós pensamos em Augustin Louis Cauchy (1789-1857)<sup>22</sup> como analista.



Diferente dos séculos precedentes, a partir do século XIX não pensamos, apenas, em Matemática, mas em Matemáticas (fazendo referência a suas subáreas). Deste modo, a especialização acima mencionada contemplou a introdução de conceitos como Geometrias não-euclidianas, espaços n-dimensionais, Álgebras não comutativas, processos infinitos e estruturas não-quantitativas. Com tal processo particular, emergiram conquistas relevantes como o surgimento do novo mundo da Geometria, ficando conhecido, em 1829, por Nikolai Ivanovich Lobachevsky (1792-1856)<sup>23</sup>, um russo professor de alemão<sup>24</sup>; a Álgebra moderna que se firmou principalmente na universidade de Cambridge; e o campo da Análise surpreendido pela Matemática do infinito, em 1874, de George Ferdinand Ludwig Philipp Cantor<sup>25</sup>. Em suma, Boyer (1974) esclarece:

A matemática tem sido freqüentemente comparada a uma árvore, pois cresce numa estrutura acima da terra que se espalha e ramifica sempre mais, ao passo que ao mesmo tempo suas raízes cada vez mais se aprofundam e alargam, em busca de fundamentos sólidos. Esse duplo crescimento foi especialmente característico do desenvolvimento da análise do século XIX. (BOYER, 1974, p. 435).

66

Neste sentido, percebemos que a Matemática tem alcançado enormes proporções e contribuído fortemente para a vida moderna, haja vista que a maioria dos conhecimentos científicos atuais tem sido o resultado de uma síntese de diferentes ramos da Matemática. Vale ressaltar que quanto mais se especializa mais se observa a unidade da Matemática que, em paralelo, torna-se ainda mais rica.

Por fim, como última parte de nosso diálogo, destacamos, no cenário das transformações do século XIX, a revolução ocorrida nos transportes e nos meios de comunicação. Esse ponto acena para um outro marco na Matemática: a redistribuição geográfica e o surgimento de jornais e periódicos.

Quanto à redefinição geográfica, temos o fato de a França (considerada o centro da produção matemática) ir perdendo seu posto para outros países como a Inglaterra e, ainda, a emergência da Alemanha, no cenário da produção matemática. Crouzet (1996) salienta que a quebra do monopólio francês foi feita, gradualmente, pois, até 1830, ainda era a França que sinalizava, mas, à medida que a quebra acontecia, era permitida a troca de ideias e uma maior flexibilidade do conhecimento matemático.



Para Boyer (1974), por volta da primeira metade do século XIX, os matemáticos alemães estiveram bem à frente dos de outras nacionalidades no que se refere à Análise e à Geometria, mas, quando se trata da Álgebra, podemos dizer que essa foi quase um monopólio britânico. No que se refere à Inglaterra, destacamos, nesse período, a criação pelo governo do *Trinity College* (Cambridge), da *Analytical Society* liderada por um grupo de estudantes – como George Peacock (1791-1858)<sup>26</sup> e Charles Babbage (1791-1871)<sup>27</sup> – e a *British Association for Advancement of Science* (conduzida por figuras importantes como Augustus de Morgan). Tais fundações, aliadas à quebra do isolamento inglês<sup>28</sup>, contribuíram fortemente para a virada da Matemática inglesa que, nessa época, passou a ser o centro da produção matemática.

Já quanto ao surgimento de jornais e periódicos, Smith (1906) destaca os primeiros números do jornal francês da *l'École Polytechnique* (estabelecido em 1796), o *Journal für die reine und angewandte Mathematik* de Crelle (1826), o *The Cambridge Mathematical Journal* (1839) e o *Cambridge and Dublin Mathematical Journal* (1846). Além desses veículos, surgiram também diversos periódicos como: o *Nouvelles Annales de Mathématiques* (1842), *Archiv der Mathematik* de Grunert (1843), *Annali di Scienze Matematiche e Fische* de Tortolini (1850), *Zeitschrift für Mathematik und Physik* de Schlömilch (1856), o *Quarterly Journal of Mathematics* (1857) e o *Giornale di Matematiche* de Battaglini (1863). Nesse sentido, Eves (2004) também coloca que:

A necessidade de periódicos para a divulgação imediata de novas descobertas científicas e matemáticas foi sendo sentida crescentemente, alcançando hoje essa forma de literatura proporções enormes. Segundo estimativa, antes de 1700 havia apenas dezesseis periódicos que estampavam artigos matemáticos, o primeiro deles surgido em 1665. No século XVIII apareceram 210 desses periódicos, e no século XIX o número de novas revistas dessa natureza alcançou 950. (EVES, 2004, p. 564).

O surgimento de tais veículos de comunicação influenciou, de forma especial, a grande expansão e qualidade do conhecimento matemático produzido no século XIX. Realmente, o aparecimento desses veículos proporcionou uma maior divulgação dos trabalhos produzidos o que, por sua vez, acredita-se ter estimulado os pesquisadores a produzirem mais (expansão e quantidade). Ressaltamos que a publicação nesses jornais e periódicos rendia,



muitas vezes, prêmios concedidos por sociedades como a *Royal Society* e universidades como Oxford (por exemplo, o título de doutor *honoris causa*), em reconhecimento do valor das pesquisas dos autores. Do mesmo modo, cremos que o surgimento desses veículos de comunicação, junto às sociedades científicas, possibilitou um intercâmbio de ideias, permitindo sugestões e chamando atenção para novas áreas. (qualidade).

Apoiando-nos no fato de que somos frutos de nosso meio, encerramos nosso diálogo verificando a intimidade da produção matemática de um período com as transformações sociais ocorridas na referida época. Acreditamos que o alcance da potencialidade de uma ciência, particularmente da Matemática, não ocorre à revelia das mudanças e exigências da sociedade, tampouco é fruto somente de sua época, mas recebe também influência dos períodos precedentes. De modo similar ocorre com o ensino o qual creditamos que não pode ser considerado à parte dessas questões sociais, históricas e epistemológicas.

Especialmente, no século XIX, a espinha dorsal do contexto foi marcada pelo processo industrial o qual inspirou a valorização da ciência e o aprofundamento no tocante à Matemática. Tantas foram as influências que, atualmente, dizemos que o século XIX merece uma atenção especial quando falamos de Matemática. Segundo Boyer (1974), este centenário deve ser considerado como a **idade áurea** da Matemática, haja vista que os cem anos que compreendem o século XIX apresentam um crescimento matemático que superou a soma total de produtividade dos períodos precedentes, tanto em quantidade quanto em qualidade. Além disso, o conjunto dessas transformações, como a especialização e redistribuição geográfica renderam à Matemática transformações radicais que mudaram não só a aparência como também as definições matemáticas. O próprio conceito do que é essa ciência mudou em decorrência de diferentes discussões e concepções ocorridas no período.

68

## 5. Considerações finais

O presente trabalho se encerra sem a pretensão de esgotar o tema proposto, tampouco de fornecer uma receita para os professores adotarem em suas salas de aula, mas com a finalidade de proporcionar ao leitor o início de uma reflexão sobre sua prática, enquanto educadores matemáticos, mediante a elucidação da relação entre a produção de conhecimento matemático, em





seu período de ápice, e as transformações sociais que envolveram o contexto daqueles que a produziram, bem como pela identificação de que uma Matemática mais produtiva e significativa se deu imersa na aliança do caráter prático e abstrato, assim como pela íntima relação com o meio.

Um olhar para este diálogo aspira suscitar um exemplo que a história da Matemática tem a nos ensinar ao revelar que a sua própria produção de conhecimento está intimamente ligada ao contexto, da mesma forma que a Matemática escolar tende a ser mais significativa se ligada ao cotidiano do aluno. Outra lição da idade áurea da Matemática é a desmistificação do conceito de Matemática ainda tão atrelado aos números.

Freire corrobora esse pensamento ao declarar que “[...] na formação permanente dos professores, o momento fundamental é o da crítica sobre a prática. É pensando criticamente a prática de hoje ou de ontem que se pode melhorar a próxima prática.” (FREIRE, 1996, p. 39). Dessa forma, reconhecemos a importância de o professor de Matemática refletir sobre suas concepções e sua ação pedagógica, como meio de intervenção e melhoria do ensino.

Neste sentido, entendemos que essa reflexão não deve ser ingênua, mas munida de pressupostos teóricos, que fomentem a atuação docente e contribuam para que o professor de Matemática se situe e se descubra, através de uma reflexão crítica sobre a concepção do que seja a Matemática, bem como da influência dessa convicção em sua prática educativa.

## Notas

- 1 **Spirit of Age** consiste num momento que estava **maduro** para uma invenção particular ou descoberta e que quaisquer cientista ou matemático que viveu durante este período poderia muito bem fazer inovações.
- 2 O discurso *Great Man* ou homem gênio é uma teoria que reivindica que descobertas e invenções são devidas simplesmente a gênios individuais.
- 3 Habitantes dos burgos (cidades). Entretanto, vale salientar que esta palavra ganhou outra acepção com o trabalho de Karl Heinrich Marx (1818-1883) para o qual, burguesia, quer dizer os donos dos meios de produção. Para mais detalhes sobre Marx ver Ruiza, Fernández, Tamaro e Durán (2007).
- 4 Para mais detalhes ver Braga Filho (2007).
- 5 Para mais detalhes biográficos ver John (2007).
- 6 Para mais detalhes, ver Eli Whitney (2007).



- 7 Segundo Schmidt (1999), em [17-], surgiu uma nova fonte para movimentar as máquinas. O operário, matemático e engenheiro escocês James Watt (1736-1819) criou a primeira máquina a vapor realmente eficaz que basicamente buscava botar o carvão em brasa para aquecer a água até que ela produzisse muito vapor que se expandia e contraía dentro de um cilindro de metal fazendo a máquina girar.
- 8 Para mais detalhes ver Eli Whitney (2007).
- 9 Segundo Fernandes (2002b), além de clérigo, Cartwright foi poeta e inventor.
- 10 Segundo Henry ..., (2007), o processo de fabricação do aço Bessemer está relacionado ao engenheiro e inventor do Reino Unido Sir Henry Bessemer (1813-1898).
- 11 Para mais detalhes biográficos ver Loures (2007).
- 12 Mais detalhes ver Robert ... ([200-]).
- 13 Para mais detalhes, ver George ... ([200-]).
- 14 Ver o site Netsaber ... ([2007]).
- 15 Para mais detalhes biográficos, ver Louis ..., ([200-]).
- 16 Consultar o site Criptografia ..., (2005), para mais detalhes.
- 17 A expressão **madureza** da Matemática é usada por Fossa (2004) para se referir à Matemática do século XIX.
- 18 Mais detalhes ver o artigo **Um olhar que não se apegue a generalizações** de Sousa e Anjos (2006).
- 19 No século XIX, houve a aceitação de que não apenas existiam os números racionais (naturais, inteiros e fracionários ou decimais), mas também deviam ser admitidos os números imaginários, complexos ou incomensuráveis.
- 20 Ver Fossa e Sousa (2004).
- 21 Ver Tibúrcio ([200-]).
- 22 Para mais detalhes ver artigo e-escola ..., ([200-]).
- 23 Dados biográficos segundo o site Nikolai ..., ([200-]).
- 24 De fato, não é tão claro como parece no texto, pois embora tenha havido a publicação inicial de Lobachevsky, esta não foi única no ramo já que Johann Bolyai (1802-1860) também deu sua contribuição e, mais especialmente ainda, ressaltamos que há indícios de Carl Friedrich Gauss (1777-1856) também ter trabalhado, mas não publicado, no assunto. (ver o site A NOVA ..., [200-]).
- 25 Para mais detalhes ver Martins, Gaspar, Andrade e Bruno (2001).
- 26 Segundo Connor; Robertson (1996).
- 27 De acordo com Charles ..., ([200-]).
- 28 Durante muitos anos, a Matemática inglesa esteve estéril ou atrasada por isolar-se e não assumir a Matemática de outros (especialmente pela disputa da fundação do Cálculo, entre Newton e Leibniz). Boyer (1974) explicita que, enquanto os matemáticos continentais estavam



desenvolvendo a representação gráfica dos números complexos, na Inglaterra havia protestos de que mesmo os números negativos existissem. Com ajuda de um grupo de jovens de Cambridge houve a virada da Matemática inglesa e a quebra do isolamento inglês que fez com que os matemáticos deixassem de trabalhar como em um vaso fechado e passassem a aceitar a Matemática produzida por outros.

## Referências

BOLYAI, Johann. **A nova geometria**. [200-]. Disponível em: <[http://educacaomatematica.vilabol.uol.com.br/hismat/a\\_nova\\_geometria.htm](http://educacaomatematica.vilabol.uol.com.br/hismat/a_nova_geometria.htm)>. Acesso em: 28 mar. 2007.

BOYER, Carl B. **História da matemática**. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 1974.

BRAGA FILHO, Washington. **Sobre as máquinas térmicas**. [2007]. Disponível em: <<http://leblon.mec.puc-ruo.br/~wbraga/fentran/termo/hist4.htm>>. Acesso em: 23 ago. 2007.

CARMO, Sonia Irene Silva de. **História**: passado e presente: a consolidação do capitalismo e o Brasil império. São Paulo: Atual, 1997. (v. 3).

CHARLES, Babbage. The free encyclopedia. [200-]. Disponível em: <[http://en.wikipedia.org/wiki/Charles\\_Babbage](http://en.wikipedia.org/wiki/Charles_Babbage)>. Acesso em: 23 ago. 2007.

CONNOR, John J.; ROBERTSON, Edmund F. **George Peacock**. Disponível em: <<http://www.history.mcs.st-andrews.ac.uk/Mathematicians/Peacock.html>>. Acesso em 23 ago. 2007.

CROUZET, Maurice. **História geral das civilizações**: o séc. XIX: o apogeu da civilização Européia. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. (v. 13).

CAUCHY, Augustin Louis. E-escola: universidade técnica de Lisboa. Disponível em: <[www.e-escola.pt/site/personalidade.asp?per=18](http://www.e-escola.pt/site/personalidade.asp?per=18)>. Acesso em: 28 mar. 2007.

EVES, Howard. **Introdução à história da matemática**. Campinas: Editora da UNICAMP, 2004.

FERNANDES, Carlos. **Só biografias**: James Hargreaves. Disponível em: <<http://www.dec.ufcg.edu.br/biografias/JamesHarg.html>>. Acesso em: 23 ago. 2007.

\_\_\_\_\_. **Só biografias**: Edmund Cartwright. Disponível em: <<http://www.dec.ufcg.edu.br/biografias/EdmunCat.htm>>. Acesso em: 23 ago. 2007.



FOSSA, John Andrew; SOUSA, Giselle Costa de. A idade de ouro da matemática e a era booleana. In: SEMINÁRIO PESQUISA DO CCSA, 10., 2004, Natal. **Anais...** Natal: UFRN, 2004.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

GEORGE, Stephenson. **The free encyclopedia**. Disponível em: <[http://www.pt.wikipedia.org/wiki/George\\_Stephenson](http://www.pt.wikipedia.org/wiki/George_Stephenson)>. Acesso em: 23 ago. 2007.

HENRY, Bessemer. **The free encyclopedia**. Disponível em: <[http://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Henry\\_Bessemer&oldid=6656381](http://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Henry_Bessemer&oldid=6656381)>. Acesso em: 23 ago. 2007.

JOHN, Kay. **The free encyclopedia**. Disponível em: <[http://en.wikipedia.org/wiki/John\\_Kay\\_\(flying\\_shuttle\)](http://en.wikipedia.org/wiki/John_Kay_(flying_shuttle))>. Acesso em: 23 ago. 2007.

LOUIS, Jacques Mande Daguerre. **The free encyclopedia**. Disponível em: <[http://pt.wikipedia.org/wiki/Louis\\_Jacques\\_Mand%C3%A9\\_Daguerre](http://pt.wikipedia.org/wiki/Louis_Jacques_Mand%C3%A9_Daguerre)>. Acesso em: 23 ago. 2007.

LOURES, Carlos. **Vidas lusófonas**. Disponível em: <[http://www.vidaslusofonas.pt/napoleão\\_bonaparte.htm](http://www.vidaslusofonas.pt/napoleão_bonaparte.htm)>. Acesso em: 23 ago. 2007.

72 MACHADO, Nilson José. **Matemática e realidade**. 5. ed. São Paulo: Cortez, 2001.

MACHALE, Desmond. **George boole: his life and work**. Dublin: the George Boole Press, 1985.

MARTINS, Alda; GASPAR, Alice; ANDRADE, Cristina; BRUNO, Maria João. **George Cantor**. Disponível em: <<http://www.educ.fc.ul.pt/icm/icm2000/icm25/cantor.htm>>. Acesso em: 25 abr. 2007.

MONTALVÃO, Albert; Suriane, Rogério Massaro; Rosamiglia, Márcia Esther; Silva, Roberta; Costa, Suely; Guimarães, Torrieri; Silva, Miriam Gomes da; Facundini, Anselmo; Reis, Cleide Perini; Gallo, Guarany; Olszewer, Daniel. **Escola viva: programa de pesquisa e apoio escolar: o tesouro do estudante**. São Paulo: Meca, 1998.

NAGEL, Ernest. **Studies in the history of ideas: impossible numbers: a chapter in the history of modern logic**. Columbia: University Press, 1935. (v. 3).

NETSABER **Biografias**. Disponível em: <[http://www.netsaber.com.br/biografias/ver\\_biografias\\_c\\_1733.html](http://www.netsaber.com.br/biografias/ver_biografias_c_1733.html)>. Acesso em: 23 ago. 2007.

NIKOLAI IVANOVICH LOBACHEVSKY. Disponível em: <<http://www.lobachevsky.com>>. Acesso em: 28 mar.2007.



ROBERT, Fulton. **The free encyclopedia**. Disponível em: <[http://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Robert\\_Fulton&oldid=6727727](http://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Robert_Fulton&oldid=6727727)>. Acesso em: 23 ago. 2007.

RUIZA, Miguel; FERNÁNDEZ, Tomás; TAMARO, Elena; DURÁN, Marcel. **Biografías y vidas**. Disponível em: <[http://www.biografiasyvidas.com/biografia/m/marx\\_karl.htm](http://www.biografiasyvidas.com/biografia/m/marx_karl.htm)>. Acesso em: 29 ago. 2007.

SCHMIDT, Mario Furley. **Nova história crítica**. São Paulo: Nova Geração, 1999. (v. 3).

SMITH, David Eugene. **Mathematical monographs**: history of modern mathematics. 4. ed. London: Chapman and Hall limited, 1906.

SOUSA, Giselle Costa de; ANJOS, Marta Figueredo dos. Um olhar que não se apegue à generalização. In: SEMINÁRIO DE PESQUISA DO CCSA, 10., 2006, Natal. **Anais...** Natal: UFRN, 2006.

STRUJK, Dirk Jan. **A concise history of mathematics**. 3. ed. New York: Dover Publications, 1967.

The Royal. **Society**: medals. Disponível em: <<http://www.royalsoc.ac.uk/awards/medals>>. Acesso em: 16 fev. 2004.

TIBÚRCIO, Carlos Eduardo. **Leonhard Euler**. Disponível em: <<http://www.ime.unicamp.br/~calculo/módulos/history/euler/euler.html>>. Acesso em: 28 mar. 2007.

VERGANI, Teresa. **A surpresa do mundo**: ensaios sobre cognição, cultura e educação. Natal: Editorial Flecha do Tempo, 2003.

Whitney, Eli. **The free encyclopedia**. Disponível em: <[http://pt.wikipedia.org/wiki/Eli\\_Whitney](http://pt.wikipedia.org/wiki/Eli_Whitney)>. Acesso em: 23 ago. 2007.

Profa. Dra. Giselle Costa de Sousa  
Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Departamento de Matemática  
Centro de Ciências Exatas e da Terra  
Grupo de Pesquisa Matemática e Cultura  
E-mail | [giselle@ccet.ufrn.br](mailto:giselle@ccet.ufrn.br)

Recebido 30 dez. 2008

Aceito 25 maio 2009