



Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Centro de Tecnologia e Ciências

Instituto de Matemática e Estatística

Maurício Mendes

**Desenvolvimento do clube de história da matemática: um diálogo
das ciências humanas com a matemática**

Rio de Janeiro

2014

Maurício Mendes

Desenvolvimento do clube de história da matemática: um diálogo das ciências humanas com a matemática



Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional - PROFMAT, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Orientadora: Prof.^a Dra. Jeanne Denise Bezerra de Barros
Coorientadora: Prof.^a Dra. Cláudia Ferreira Reis Concordido

Rio de Janeiro

2014

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ / REDE SIRIUS / BIBLIOTECA CTC-A

M538 Mendes, Maurício.

Desenvolvimento do clube de história da matemática: um diálogo de ciências humanas com a matemática / Maurício Mendes. – 2014. 69 f. : il.

Orientadora: Jeanne Denise Bezerra de Barros.

Coorientadora: Cláudia Ferreira Reis Concordido

Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional - PROFMAT) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Instituto de Matemática e Estatística

1. Matemática – História. 2. Arte e educação. I. Barros, Jeanne Denise Bezerra de. II. Concordido, Cláudia Ferreira Reis. III. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Instituto de Matemática e Estatística. IV. Título.

CDU 51(091)

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação, desde que citada a fonte


Assinatura

26/09/2014
Data

Maurício Mendes

Desenvolvimento do clube de história da matemática: um diálogo das ciências humanas com a matemática

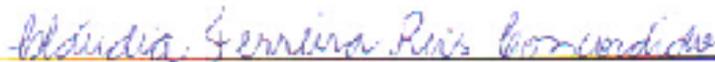
Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional - PROFMAT, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Aprovada em 26 de setembro de 2014

Banca Examinadora:



Prof.^a Dra. Jeanne Danise Bezerra de Barros (orientadora)
Instituto de Matemática e Estatística – UERJ



Prof.^a Dr.^a Cláudia Ferreira Reis Concordido (coorientadora)
Instituto de Matemática e Estatística – UERJ



Prof.^o Dr. Ricardo Silva Kubrusly
Universidade Federal do Rio de Janeiro

Rio de Janeiro

2014

DEDICATÓRIA

Para Arthur e Augusto.

AGRADECIMENTOS

Às Professoras Cláudia e Jeanne, que com competência e firmeza aliadas à ternura e carinho, orientaram e apontaram os objetivos a serem conquistados.

Aos professores do PROFMAT por toda a base adquirida durante as aulas.

Aos professores que me inspiraram em minha vida profissional, especialmente aqueles que apontaram a importância de sentar-se num “sofá azul” nos momentos mais difíceis.

Aos colegas da turma de Mestrado que me enriqueceram como ser humano, como educador e me apoiaram em diversos momentos difíceis durante o curso.

Aos professores e funcionários civis e militares do Colégio Militar do Rio de Janeiro, que contribuíram direta ou indiretamente com esta pesquisa.

À Marilyn cujas sugestões e apoio logístico foram imprescindíveis para a execução do teatro.

À Marilza, que além da amizade fraterna fez a revisão do texto.

Aos alunos e seus familiares, especialmente da turma 903/2013, pelo engajamento e dedicação que muito contribuíram pelo sucesso desta pesquisa.

Aos meus filhos, naturais e “emprestados”, que enchem minha vida de alegria.

À Andrea Ribeiro Mendes, que me deu todo apoio neste projeto, inclusive alertando para a abertura das inscrições e cuidando da prole nos momentos mais difíceis.

Aos meus amigos, namorada e familiares, por compreenderem minha ausência.

Ao meu pai, que ainda hoje me inspira, mesmo estando em outro plano.

A Ogum, sempre junto nas batalhas (e foram muitas!).

A Deus.

RESUMO

MENDES, Maurício. Desenvolvimento do clube de história da matemática: um diálogo das ciências humanas com a matemática, 2014, 69 f. Dissertação (Mestrado em Matemática) – Instituto de Matemática e Estatística – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

Este trabalho apresenta uma pesquisa sobre a utilização da História da Matemática no ensino básico do Colégio Militar do Rio de Janeiro – CMRJ através de manifestações artísticas, fazendo uso, principalmente, do teatro, para que alunos percebam a matemática como uma ciência temporal, humana e sujeita a interferências políticas e sociais e, dessa forma, desenvolver a criticidade, aumentar a sensibilidade e o senso de solidariedade. A partir de um tema da história envolvendo fatos matemáticos os alunos pesquisam, escrevem uma peça teatral e encenam para um público formado por pessoas da comunidade escolar. Como a intenção é tornar essa prática efetiva, a pesquisa culmina na fundação do Clube de História da Matemática, espaço onde, espera-se, atividades recorrentes sejam desenvolvidas, atraindo alunos afetos tanto às ciências humanas e sociais como às ciências exatas. Realiza-se um estudo de caso com observação participante, por ser o autor também professor do CMRJ. Este estudo busca referência teórica principalmente em autores relacionados à História da Matemática, Arte na Educação, gestão democrática, relações de poder e na legislação vigente. A pesquisa aponta a importância do trabalho com a história e com a arte e nos leva a concluir que, para formar cidadãos participativos e críticos, o primeiro passo é a sociedade tornar-se participativa e crítica, sendo a escola o principal *locus* para tal formação.

Palavras-chave: História da Matemática. Arte na educação. Criticidade.

ABSTRACT

MENDES, Maurício. Development of the math history club: a dialogue of human sciences with mathematics, 2014, 69 f. Dissertação (Mestrado em Matemática) – Instituto de Matemática e Estatística – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

This paper presents a survey on the use of history of mathematics in basic education at the Military College of Rio de Janeiro - CMRJ through artistic expressions, making use mainly of the theater, so that students understand mathematics as a temporal science, human science and subject to political interference and social interference and thus develop criticality, increasing the sensitivity and the sense of solidarity. From a theme of the story involving math facts students research, write and act out a play for an audience of people from the school community. As the intention is to make this effective practice, research culminates in the founding of the Club History of Mathematics, space where, hopefully, recurring activities is developed, attracting students affects both the humanities science and social science and the sciences. Carried out a case study with participant observation, as the author also professor CMRJ. This study seeks theoretical reference authors mainly related to the History of Mathematics, Art Education, democratic management, power relations and current legislation. The research points to the importance of working with the history and the art and leads us to conclude that, to form critical citizens and participatory citizens, the first step is the society become critical and participatory, with the school being the main locus for such training.

Keywords: History of Mathematics. Art in education. Criticality.

SUMÁRIO

| | | |
|------------|--|-----------|
| | INTRODUÇÃO..... | 9 |
| 1 | CIÊNCIAS EXATAS, HUMANAS E SOCIAIS JUNTAS DESENVOLVENDO A CRITICIDADE..... | 16 |
| 2 | DA ABSTRAÇÃO ARTÍSTICA À CIÊNCIA CONCRETA, DA ABSTRAÇÃO CIENTÍFICA AO CONTEXTO ARTÍSTICO: UM PASSEIO ENTRE AS CIÊNCIAS EXATAS, HUMANAS E SOCIAIS..... | 24 |
| 3 | FUNDAÇÃO DO CLUBE DE HISTÓRIA DA MATEMÁTICA NO COLÉGIO MILITAR DO RIO DE JANEIRO: O TEATRO CONCRETIZANDO A MATEMÁTICA HUMANÍSTICA..... | 32 |
| 3.1 | Fazendo história..... | 32 |
| 3.2 | Observação crítica dos bastidores..... | 37 |
| 3.3 | Consolidação do clube de história da matemática..... | 38 |
| 4 | A HISTÓRIA DE GIROLAMO CARDANO E NICCOLO TARTAGLIA: A CRÍTICA E A IMPORTÂNCIA DOS FATOS..... | 39 |
| 4.1 | A peça e a história real..... | 39 |
| 4.2 | Fatos concretos: o legado para a humanidade..... | 42 |
| | CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 49 |
| | REFERÊNCIAS..... | 55 |
| | ANEXO A – Peça escrita pelos alunos..... | 60 |
| | ANEXO B – Autorização a direito de imagem dos alunos..... | 68 |

INTRODUÇÃO

Muitos alunos veem a Matemática como uma ciência exata, dissociada do contexto histórico-social. Nesta parcela existem aqueles que têm, por afinidade, uma performance mais destacada nas disciplinas de cunho social e humano e, muitas vezes, criando uma espécie de bloqueio ao aprendizado da Matemática e de outras Ciências Exatas.

No Colégio Militar do Rio de Janeiro (CMRJ), anualmente, os alunos desenvolvem um Trabalho Interdisciplinar que culmina com a apresentação artística daquilo que foi colhido nas pesquisas bibliográficas. Essa manifestação artística é, em sua maioria das vezes, um teatro. E a experiência mostra que, apesar da resistência do corpo discente na realização do trabalho, no teatro a entrega é total, seja qual for o tema desenvolvido.

A ideia do Clube de História da Matemática é aproveitar o envolvimento dos alunos no que concerne a apresentações teatrais para atrair o interesse daqueles mais simpáticos às ciências sociais e humanas e, também, mostrar aos pequenos matemáticos que a matemática não nasceu na Academia, é temporal e está sujeita a interferências políticas e sociais.

Nesse processo, para os avessos às ciências exatas há a oportunidade de conhecer fatos matemáticos e despertar seu interesse pela matemática, tornando-a mais concreta, ainda que os fatos tratem de assuntos abstratos; há a oportunidade de se treinar a abstração: representar quem não é, é abstrato; há a oportunidade de se discutir diversos temas morais, que dizem respeito à sensibilidade e apurar ou desenvolver a criticidade.

Nesta pesquisa é proposto para um grupo de alunos do 9º ano do Ensino Fundamental que esses pesquisem tópicos da história da matemática, escolham um tema e recriem, através de uma apresentação teatral, o fato histórico elencado, sacramentando, então, a fundação do Clube no CMRJ, estendendo aos demais anos dos Ensinos Fundamental e Médio.

O tema escolhido é o imbróglio entre Cardano e Tartaglia a respeito da publicação pelo primeiro em sua obra, *Ars Magna*, das descobertas feitas pelo segundo de uma fórmula para resolver equações polinomiais do 3º grau.

Entender a matemática com uma ciência não apenas exata, mas contextualizada na história é fundamental quando existe o objetivo de desenvolver a criticidade dos alunos e efetivamente prepará-los para atuar na sociedade de forma mais ampla, ainda que sua vida profissional esteja mais voltada para ciências exatas. D'Ambrosio (2012, p. 119) aponta que

[...] grupos humanos desenvolvem, ao longo da história de sua evolução cultural e de acordo com suas características culturais (*etno*) distintas técnicas (ticas, do grego *techné*, que é também raiz de arte). Dentre as inúmeras técnicas criadas, a matemática é apenas uma delas, desenvolvida a partir das culturas ao redor do Mediterrâneo.

É importante o aluno perceber que a Matemática aprendida tanto no passado como no presente não está dissociada das outras diversas manifestações culturais, científicas, políticas e sociais.

Para isso se faz importante a criação de um espaço físico e/ou ideológico (o Clube de História da Matemática) para os alunos, humanizando a matemática, aproximando-a das ciências sociais.

Todo esse processo contribui para o desenvolvimento do pensamento crítico do aluno que ainda tem a oportunidade de desenvolver uma pesquisa de fatos históricos ligados a Matemática e também de tópicos desta ciência, o que acaba sendo uma excelente oportunidade dos docentes trabalharem interdisciplinarmente, fato consonante entre quase todos os profissionais de educação. Tanto que diversos vestibulares de acesso a universidades públicas ou privadas e também em avaliações federais que medem o aprendizado dos alunos (e também têm sido usadas para acessar universidades), como o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), as questões têm sido, de forma recorrente, nesse formato.

A necessidade de atrair o interesse dos alunos para o ensino da matemática não é nova. Desde séries iniciais são desenvolvidas pesquisas envolvendo jogos e brincadeiras que estimulam ou atraem as crianças para a Matemática.

No entanto, no segundo segmento do Ensino Fundamental e no Ensino Médio a matemática fica afastada do contexto social. Os fatos históricos aparecem como apêndices nos livros didáticos (quando aparecem) e são pouco atrativos, passam praticamente despercebidos.

Isso acaba por afastar alunos desta ciência, que independente dos conteúdos nela desenvolvidos, também agrega competências e habilidades importantes para o

ser social, como raciocínio lógico, capacidade de concentração, poder de síntese. Isso sem contar com conteúdos comuns a todos da sociedade, como porcentagem, juros, operações básicas, perímetro, área, dentre outros.

Um Clube de História da Matemática, além de fazer com que alunos busquem os fatos históricos que motivaram o desenvolvimento científico de determinado modelo matemático, vai esclarecer que nem sempre tudo estava pronto. Vai apontar o cunho social desta ciência. Lorenzato (2008, p.107) aponta que:

Outro modo de melhorar as aulas de matemática tornando-as mais compreensíveis aos alunos é utilizar a própria história da matemática; esta mostra que a matemática surgiu aos poucos, com aproximações, ensaios e erros, não de forma adivinatória, nem completa ou inteira. Quase todo pensamento matemático se deu por necessidade do homem, diante do contexto da época.

A oportunidade de o aluno representar, assumindo personagens da história da matemática, atrai os desafetos das ciências exatas para perto e espera-se que isso se torne uma motivação extra ao aprendizado.

E um clube com os objetivos aqui apontados nem precisa ficar restrito à história da matemática. Fatos do cotidiano podem ser explorados e representados pelos alunos. Mesmo histórias como as contadas por Malba Tahan (2013) em “O Homem que Calculava” podem ser representadas, o que certamente será um atrativo a mais.

Isso sem o risco de ficar restrito a incentivos que se caracterizam, apenas, pela busca da Matemática ligada ao cotidiano. Pois:

O cotidiano como o não cotidiano são produtos histórico-sociais. É preciso, pois, que o cotidiano e o não cotidiano sejam entendidos como esferas onde se dá o processo de apropriação e elaboração do conhecimento não como “essencialidades” que antepõem a existência humana. Essas esferas são essenciais para a vida humana da sociedade altamente complexificada que se tem hoje. É preciso, porém, compreender que essas esferas foram surgindo dentro do processo de divisão social do trabalho, e como tal, refletem o processo de alienação decorrente dessa divisão social do trabalho. (GIARDINETTO, 1999, P.122-123)

Quando se restringe à Matemática do cotidiano, normalmente se pensa naquela voltada para o trabalho, desprezando-se o capital cultural acumulado nesta disciplina, ou tirando de muitos alunos a oportunidade de aprofundar e/ou diversificar seus conhecimentos. Até porque, como aponta o autor acima, o cotidiano é

histórico-social, dependendo de fatores econômicos, políticos e atende a interesses quase sempre (ou talvez sempre) da classe dominante.

A afirmativa é reforçada por D'Ambrosio (2011, p.11) quando afirma que “a História da Matemática e das Ciências não pode se afastar dos contextos sociais, políticos, econômicos e culturais” e por Roque (2012, p.20), quando diz que “entender o como e o porquê de sua construção nos ajuda a compreender que o papel da história não é acessório na formação de uma imagem da matemática: sua função é também social e política”.

Assim, o clube, além de incentivar a busca de novos conhecimentos, também tem a função de formar criticamente o discente, apoiando-se na história e nas manifestações artísticas. E, para tal, faz-se necessário superar concepções que consideram as manifestações artísticas como simples lazer ou algo supérfluo. Goldschmidt (2004, p. 51) aponta que:

Na sociedade capitalista, a obra de arte, ou melhor dizendo, o fazer da arte que atende à produção de bens de consumo, como é o caso por exemplo, do desenho industrial, da arquitetura, ainda merecem alguma aceitação social. Em contrapartida, a criação artística que não tem como objetivo primeiro produzir bens de consumo e sim propiciar prazer ao criador e ao fruidor é, de certa forma, desvalorizada, pois apresenta-se como objeto inútil. Tal compreensão levou o senso comum a considerar a arte como algo supérfluo, destinado a uns poucos privilegiados, ou, ainda, um passatempo para as pessoas que não têm nada de importante para fazer.

O que se percebe é que a administração escolar pública está reproduzindo as mesmas práticas da empresa privada. Para isso, comumente, se aponta determinada empresa como exemplo de sucesso, lucrativa. Isso, por si só, já afasta possíveis paralelos, pois não é o objetivo da escola pública fornecer lucro. Mas a ideologia dominante tem na escola um importante aparelho para afirmar-se como absoluta no contexto social, aplicando suas técnicas, demonstrando poder e eficiência.

Ao utilizar os mesmos mecanismos das empresas privadas, reproduz nas escolas as desigualdades sociais lá encontradas, além de pouca solidariedade e muita competição. O que se pode ao menos esperar é ser a administração empresarial, utilizando suas técnicas na escola, capaz de aumentar o número de alunos com sucesso escolar: diminuindo reprovações; aumentando o número de vagas na instituição sem comprometer a qualidade; aumentando o número de alunos aprovados nos diversos vestibulares; diminuindo a evasão. Porém, nesse sentido o modelo empresarial de gestão, ao que parece, não tem obtido sucesso quando aplicado em educação. Apesar dessa pesquisa não comprovar isso a partir

de dados, Paro (2001, p.89-90) revela preocupação pelo fato de intelectuais se eximirem de estudar as razões pelas quais a escola pública têm sido incompetente em sua tarefa de educar.

Logo a arte, assim como a história da ciência (particularmente da matemática), tem objetivo, aqui, de auxiliar na formação crítica do aluno, pois se a escola “não quiser continuar negando-se inteiramente enquanto veículo significativo de promoção do saber junto a seus usuários, terá que evoluir para um método pedagógico que tenha o educando como sujeito do seu aprendizado” (PARO, 2001, p.92).

No 1º capítulo são discutidas as questões relevantes a respeito de desenvolvimento da criticidade e da participação política de docentes e discentes. Sem perder de vista que toda comunidade escolar tem, em algum grau, responsabilidade nesse processo, desde administradores até os familiares dos alunos.

No 2º capítulo faz-se a discussão de como a arte influencia na formação crítica do educando, possibilitando que jovens treinem a abstração, habilidade importante na formação social do indivíduo, além de exercitar a sensibilidade e a criatividade, habilidades igualmente importantes na vida pessoal e também buscadas pelo mercado, que de tempos para cá parece perceber que tais indivíduos produzem mais, portanto geram mais lucro.

No 3º capítulo é relatada a atividade desenvolvida pelos alunos e no 4º capítulo é apresentada a versão de alguns pesquisadores para a história encenada na atividade discente, assim como as fórmulas que fazem parte desse contexto, utilizando notações atuais para melhor compreensão do leitor, ressaltando que a ideia essencial está mantida.

Para o desenvolvimento do Clube de História da Matemática no CMRJ, buscando os resultados que essa criação acarreta, o estudo de caso se torna recomendável metodologicamente, com acréscimo da observação participante, na medida em que o autor dessa pesquisa é também professor da instituição, e se envolve com seus problemas, acumulando cargo de professor e coordenador de disciplina tendo, portanto, participação efetiva junto aos discentes, influenciando o processo investigativo da pesquisa em questão.

Como observador participante o autor desempenha papel ativo na própria realidade dos fatos observados, e assim a tomada de consciência tende a ser mais efetiva, seja no decorrer da pesquisa seja na apresentação dos resultados.

O estudo de caso deve-se, ainda, à natureza singular do CMRJ pois, embora existam outros colégios militares no Brasil, eles não têm a mesma história e tradição. Existem outros colégios tradicionais no Brasil (o Colégio Pedro II, por exemplo), mas não são militares. “Quando queremos estudar algo singular, que tenha um valor em si mesmo, devemos escolher o estudo de caso” (ANDRÉ; LÜDKE, 1986, p. 17). Não há dúvida que o CMRJ tem inúmeras singularidades: tradição, alunos militarizados e corpo docente heterogêneo, para citar alguns exemplos.

Além disso “o estudo de caso possibilita a penetração na realidade social, não conseguida pela análise estatística” (GOLDENBERG, 2002, p. 34). Os métodos quantitativos da pesquisa estatística, apesar de expressar a opinião da maioria, muitas vezes podem deixar de fora opiniões relevantes que são resgatadas nas pesquisas qualitativas. Segundo Mirian Goldenberg, recorrendo às ideias do filósofo alemão Wilhelm Dilthey, “os fatos sociais não são suscetíveis de quantificação, já que cada um deles tem um sentido próprio [...] e isso torna necessário que cada caso concreto seja compreendido em sua singularidade” (GOLDENBERG, 2002, p. 18).

E também Minayo (1994, p. 21-22) argumenta que:

A pesquisa qualitativa responde a questões muito particulares. Ela se preocupa, nas ciências sociais, com um nível de realidade que não pode ser quantificado. Ou seja, ela trabalha com o universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, o que corresponde a um espaço mais profundo das relações, dos processos e dos fenômenos que não podem ser reduzidos à operacionalização das variáveis.

E ainda sobre essa mesma questão, Thiollent (2003, p. 22-23) diz que “Reduzir a ciência a um procedimento de processamento de dados quantificados corresponde a um ponto de vista criticado e ultrapassado”.

A pesquisa que acompanha a criação do clube é, portanto, qualitativa e trabalha com diretrizes em substituição às hipóteses da pesquisa convencional. Porém essa não existência de hipóteses não faz a pesquisa perder o processo hipotético: as comprovações das afirmativas acontecem, sempre que necessário, respaldadas em teoria bibliográfica.

Dessa forma, nessa pesquisa, que é de cunho social, a observação de aspectos qualitativos tem prioridade: envolvimento dos alunos na proposta, socialização do grupo, interesse nos fatos históricos discutidos, capacidade de superação aos empecilhos da prática, os valores éticos envolvidos, a crítica. Enfim, os fenômenos qualitativos vivenciados, observados e resgatados.

Parte do material utilizado como referência, bem como a apresentação desta pesquisa à banca examinadora, anexados ao texto escrito em formato digital (ANEXO DIGITAL).

1 CIÊNCIAS EXATAS, HUMANAS E SOCIAIS JUNTAS DESENVOLVENDO A CRITICIDADE

É consenso, a partir de diversos discursos e documentos de entidades e personalidades envolvidas com educação, que devemos formar alunos críticos. A matemática, não diferente das outras disciplinas, tem papel fundamental nessa formação. Além do logicismo no qual ela se baseia, há, claro, nessa disciplina, o contexto histórico, temporal, sociológico, geográfico, enfim, há interferência de diversas ordens e campos de conhecimento. Esta é a afirmação de D'Ambrosio (2011, p. 11) quando diz que:

A História da Matemática, assim como a História da Ciência, insere-se na história geral. Quando nos referimos a uma época ou uma região, o leitor deve estar sempre atento ao que está se passando nessa época, na região e no mundo. [...]

Embora haja insistência para que a Matemática e as Ciências sejam consideradas universais, a História da Matemática e das Ciências não pode se afastar dos contextos sociais, políticos, econômicos e culturais.

Para formar alunos críticos, o professor precisa conhecer o contexto social no qual estão inseridos, ele próprio e o aluno; conhecer a história desse contexto e da disciplina ministrada, se possível, fazendo assim relações pertinentes entre as vertentes que compõem esse contexto: história, geografia, demais disciplinas, políticas, relações com a instituição.

Skovsmose (2008, p. 11) revela a evolução e reviravoltas em seus estudos e experiências em educação matemática crítica quando nos relata:

Em 1994, na África do Sul, envolvi-me em um projeto de educação matemática que durou seis anos. Estava muito contente em participar desse projeto, que era um dos primeiros passos daquele país após o *apartheid*. Qual sentido poderia ter uma educação matemática voltada para a democracia e a justiça social numa situação como aquela? Estava claro para mim que a noção de educação matemática crítica, que em grande parte fora formulada em contexto europeu, não teria a menor validade ali. Portanto, a educação matemática crítica teve que ser reformulada e recriada.

A mensagem do autor é simples: em se tratando de criticidade modelos prontos têm poucas chances de serem reutilizados nos diversos contextos possíveis. A realização é uma tarefa árdua. E o mesmo autor nos ensina a importância de desenvolver a noção de crítica levando em conta a noção de incerteza:

Ao longo da história, podem-se [sic] achar muitas tentativas de estabelecer o que vem a ser uma abordagem crítica (tanto na filosofia quanto na economia e nas ciências sociais). E muitas formas de crítica foram elaboradas a partir de certas “posições básicas”. Todavia, considero que toda busca por uma fundamentação para a crítica é ilusória. Isso vale também para uma abordagem crítica que faça parte de uma educação matemática crítica. Não estou interessado em estabelecer um programa crítico. Toda abordagem que se possa caracterizar como crítica é deixada em aberto. E, com tal incerteza, pode-se construir uma abordagem crítica. (SKOVSMOSE, 2008, p. 12-13)

Para desenvolver a criticidade nesse cenário de incertezas apontado pelo autor acima é de suma importância que as ciências exatas, em particular neste caso a matemática, “dialoguem” com as ciências sociais e humanas. E também a percepção de que somente a prática fará essa construção se consolidar. E sem apoio institucional essa construção, se não impossível, é algo perto disso. Logo, educadores não devem ficar alheios aos processos políticos e administrativos da instituição.

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) destaca ser vontade da sociedade “o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico” (inciso III, do art. 35, da lei 9394, de 1996).

Posições políticas são tomadas em atitudes, nas entrelinhas, na discussão do cotidiano, mesmo em disciplinas supostamente apolíticas. Sem posições políticas não temos alunos críticos e qualquer conhecimento, por maior valor cognitivo, não é completo.

Nesse contexto o professor precisa, também, se envolver na gestão da escola. Nesse espaço há a oportunidade de participação efetiva tanto do docente como do discente em exercer a cidadania e desenvolver a criticidade.

Saviani (1983, apud Paro 2002, p.104), diz que “educação e política são inseparáveis, havendo uma dimensão política em toda prática educativa e uma dimensão educativa em toda prática política.” E também Bordignon e Gracindo (2001, p. 154) afirmam que “pensar e construir uma escola é, essencialmente, colocar em prática uma concepção política e uma concepção pedagógica que se realimentam [...]”.

Quando educação e política são separadas, o conhecimento fica incompleto: a prática educativa leva à prática política e vice-versa. Para formar alunos críticos

não pode haver essa dissociação. Aliás, como apontam os autores acima, é essencial para a escola o intercâmbio entre educação e política.

Tal intercâmbio é essencial para a formação de cidadãos críticos. E a melhor maneira de formar-se cidadão crítico é praticando na escola, isto é, engajando-se em discussões sobre o destino do colégio, unindo-se com os diferentes segmentos da instituição para opinar, criticar, argumentar, assumir responsabilidades sobre decisões tomadas. É um fazer pedagógico que favoreça essa prática, conscientizando-se que “a educação para a democracia surgiria no próprio exercício da prática democrática” (BOBBIO, 2000, p. 43-44).

E Skovsmose (2008, p. 16) aponta que além de desenvolver habilidades matemáticas é importante também desenvolver a

[...] competência de interpretar e agir numa situação social e política estruturada pela matemática. A educação matemática crítica inclui o interesse pelo desenvolvimento da educação matemática como suporte da democracia, implicando que as microsociedades de salas de aulas de matemática devem também mostrar aspectos de democracia.

Apesar do conceito de democracia variar de acordo com o contexto (e aqui a crítica também se faz importante), os dois últimos autores citados destacam a importância de discutir e praticar democracia. Bobbio chama atenção para o exercício de práticas democráticas e Skovsmose aponta a sala de aula como um importante local onde pode se dar tal discussão e prática. Dessa forma os professores de todas as disciplinas podem contribuir com tais objetivos, isto é, desenvolver a competência de interferir politicamente na sociedade.

E a Matemática tem tanta responsabilidade na formação do cidadão crítico como aquelas disciplinas ditas da área humana. Não apenas na análise dos números, gráficos, resoluções de problemas, enfim, nos seus conteúdos, mas também no discurso e na sua história.

A respeito da história da matemática, Roque (2012, p. 20) diz que “entender o como e o porquê de sua construção nos ajuda a compreender que o papel da história não é acessório na formação de uma imagem da matemática: sua função é também social e política”.

Entender a história da matemática, fatos e descobertas, além de humanizar uma disciplina que o senso comum tem como fria, ajuda a compreender como o eurocentrismo político se firma ao longo dos séculos também se apoiando nas

ciências exatas, assim como diversos estudos apontam que a Europa o faz através da geografia, da religião e da própria história.

Roque (2012, p.22-23) destaca que:

No início do século XVI, a cultura europeia não distinguia um saber de alto nível da cultura popular. As manifestações culturais eram híbridas, com influências recíprocas entre as diferentes classes sociais. A necessidade de demarcar um saber de alto nível teve início com as ameaças impostas pelo clima de revolta que se seguiu à Reforma protestante. O princípio de autoridade passou a ser questionado, tanto no âmbito religioso quanto no político e no social.[...]

Na segunda metade do século XVI, as diferenças sociais se intensificaram e era preciso reconquistar culturalmente as classes populares, que ameaçavam romper com o controle exercido pelas classes dominantes. Depois de um período de trocas entre cultura superior e popular, era preciso separar fortemente esses dois modos de pensamento. Uma parte da população converteu-se, assim, em alta burguesia, ao passo que o artesanato foi relegado às classes trabalhadoras, sem autonomia cultural. Nesse contexto, era útil desabonar não somente a matemática estrangeira, mas ainda a usada em problemas práticos, tidos como um fim menor da ciência.[...]

A imagem da matemática como saber superior, acessível a poucos, ainda é usada para distinguir as classes dominantes das subalternas, o saber teórico do prático.

Assim, compreender o processo histórico de todas as manifestações científicas e culturais, sem desvincular com o momento atual, é de suma importância na formação do cidadão crítico e de políticas que almejam diminuir desigualdades sociais. Aproximar a cultura popular com a acadêmica permitindo que alunos manifestem seu conhecimento, angústias, dúvidas é fundamental nesse processo.

Como dizem Bordignon e Gracindo (2001, p. 158):

Ser cidadão, fazer história, é não ser reprodutivista, mero usuário, utilizador das informações, da ciência e da tecnologia. É ser capaz de ser crítico das informações, construtor de conhecimentos e produtor de tecnologias. Se isso é válido para o educando, é condição fundamental para o professor e deve constituir requisito básico do perfil e da qualificação dos docentes das escolas de educação básica.

Para possibilitar o desenvolvimento de cidadãos democráticos, a escola precisa de um clima organizacional favorável ao cultivo do saber e da cultura, do prazer e da sensibilidade, desenvolvendo capacidades técnicas, políticas e humanas, que os tornem: capazes de aprender; competentes técnica e politicamente; éticos; autônomos e emancipados.

Ora, o professor, tanto quanto ou até mais que o aluno, deve ser politizado e estar ciente dos movimentos ideológicos, tecnológicos, políticos, enfim, estar compatibilizado com todos os acontecimentos contemporâneos e situá-los na

história, fazendo paralelos críticos de tais acontecimentos. É terminantemente proibido para um professor de qualquer disciplina dizer não se interessar por política. Esclarecendo para essa opinião não parecer tirana: até o suposto desinteresse por política é uma posição política: o “não me interesse por política” quando acompanhado por explanação do porquê desta posição demonstra um docente mais politizado comparado a outros que apenas reproduzem ideias da mídia ou do senso comum; demonstra ser esse professor crítico, condição necessária para ser cidadão, segundo os autores acima citados.

Certa vez o autor desta pesquisa ouviu um diálogo entre um funcionário administrativo e um professor de educação física, quando o primeiro perguntava qual a diferença entre o educador e aquele profissional de academias ou treinadores oriundos de modalidades esportivas. O professor foi taxativo: o discurso.

Esse é o diferencial entre educadores e outros profissionais. Não há dúvida que engenheiros, economistas, físicos e até outros profissionais que tiveram uma boa base educacional sabem matemática. Mas o (bom) professor de matemática tem (ou deveria ter) um discurso político que o diferencia dos demais profissionais. Que fique claro que tal discurso não se refere, necessariamente, a política partidária, a eleições ou governos. Mas política de entendimento dos diversos contextos sociais, da história, da pedagogia apropriada para determinado grupo social que irá receber suas informações.

D'Ambrosio (2012, p. 118) destaca que:

O homem é a única espécie que tem uma noção de tempo, portanto de passado (história) e de futuro. Para satisfazer a necessidade de transcender, desenvolveu a capacidade de explicar, de entender e de criar [...]. Para abordar um problema global, como é o caso do conhecimento, é necessária uma percepção multidimensional do que é o objeto de nossa explicação.

Nada está descontextualizado das relações de poder, de objetivos econômicos e ideológicos. Assim, mais uma vez fica demonstrada a necessidade do professor se envolver em tais contextos e, assim, levar o aluno a fazê-lo. Nesse mesmo viés Lorenzato (2008, p. 9-10) aponta que:

A sabedoria construída pela experiência de magistério, além de insubstituível, é também necessária para aqueles que desejam aprender, de modo significativo, a arte de ensinar. [...]

Aqui está um paradoxo do qual nenhum professor escapa e que pode ser assim resumido: ao tentar ensinar, inevitavelmente ele aprende com seus alunos.

[...]

Por melhor que seja a qualidade das recomendações, sugestões e alternativas metodológicas propostas por educadores de outras regiões que não a de um determinado professor, elas deverão ser adequadas ao contexto no qual esse professor trabalha. E quem melhor que esse professor, que detém conhecimentos sobre a região, o bairro, a escola e seus alunos, para propor as alternativas mais adequadas.

Para aprender e ensinar é necessário ter o senso crítico aguçado e estar disposto a compreender o contexto no qual está inserido e assim interferir com propriedade em temas relevantes para melhoria do ensino de sua turma, escola e até mesmo do sistema de ensino. Esse é o conceito de ser político aqui apresentado.

A matemática não está à margem da história da humanidade nem tampouco livre de implicações políticas e econômicas que interferem no progresso da humanidade.

Roque (2012, p. 26) aponta que:

Durante o Segundo Congresso Internacional de História da Ciência, realizado em Londres em 1931, o físico russo Boris Hessen defendeu a tese de que as ideias científicas de Newton, a respeito da mecânica e da gravitação universal, decorrem das necessidades da sociedade mercantil inglesa. Logo, o conteúdo da ciência seria determinado por estruturas sociais e econômicas, e não pela genialidade de seus atores.

A mesma autora ainda cita que

Robert K. Merton, sociólogo americano, escreveu uma tese famosa sobre a relação entre a religião protestante e o advento da ciência experimental. Seu livro [...] (Ciência, tecnologia e sociedade na Inglaterra do Século XVII) levantou questões que se tornaram cruciais para o surgimento da sociologia da ciência. (ROQUE, 2012, p. 26)

E Skovsmose (2008, p. 16-17) diz que:

A matemática em si é um tópico sobre o qual é preciso refletir. Ela é parte de nossa cultura tecnológica e exerce muitas funções, as quais podem ser mais bem caracterizadas por uma leve reformulação da primeira lei de Kranzberg: o que a matemática está produzindo não é bom nem ruim, nem é neutro. Ubiratan D'Ambrosio, usando uma formulação mais incisiva, enfatiza que a matemática é parte de nossas estruturas tecnológicas, militares, econômicas e políticas, e, como tal, um recurso tanto para maravilhas como para horrores.

Esses exemplos ilustram que a ciência, particularmente aqui a matemática, não está imune aos diversos aspectos sociais da humanidade. Ela está situada no tempo, no espaço, na política e a tendência, como qualquer área do conhecimento, é que atenda ao poder dominante.

Educar não é fechar o portão da escola e fingir um mundo não existente: sem guerras; sem exploração dos países de primeiro mundo sobre os de terceiro mundo; sem violência urbana; ou sem exploração de classes. A escola não pode se limitar a conhecimentos cognitivos; urge ser um local capaz de despertar no educando a consciência crítica, para entender suas posições sociais e políticas, as dos seus colegas, de grupos sociais aos quais pertença, e da sociedade como um todo. Sem isso o discente não atinge a cidadania plena. Zuin (1999, p. 281) reforça que:

É necessário que todos os professores dos cursos de Matemática comecem a se preocupar com a formação dos novos Educadores do século XXI. É fundamental que se busque uma participação mais ativa do estudante, estimulando o seu pensamento crítico, desenvolvimento e prática da iniciativa, para que ele tenha real atuação na construção do seu próprio conhecimento, na medida que reflete, compara, discute, elabora novas interpretações do saber sistematizado. A História da Matemática auxilia no cumprimento desse papel.

A autora, no seu artigo, defende a importância do educador ter na sua formação uma base de história da matemática justamente para responder à demanda na prática educativa de tal formação. Ela aponta que:

A História da Matemática é uma disciplina imprescindível para formação dos futuros professores, uma vez que é um recurso decisivo no ensino de Matemática, ao se focar a evolução das ideias, o desenvolvimento dos conceitos, ao se mostrar que a matemática é o resultado de múltiplas colaborações e que este conhecimento foi sendo, paulatinamente, produzido, modificado, reconstruído. (ZUIN, 1999, p. 276)

A história da matemática tem papel preponderante na formação de alunos críticos. Daí o destaque dado à formação de educadores dentro dessa linha. Também propondo conhecimentos históricos na formação de educadores, Ferreira (1999, p. 22) diz que:

Na busca de dar significado à Educação Matemática cheguei a três fatores, que considero os “pilares” deste significado, são eles:
A História – que mostra como a matemática é uma ciência construída pelo homem, sem verdades absolutas e temporal;
A Sociologia – que mostra também que a construção destes conhecimentos é fruto de um meio social e tem reflexos dele a todo momento;

A Cultura – que valorizando e respeitando os construtores de outras culturas leva os alunos a melhor entender sua própria cultura. Finalmente a proposta de um Laboratório de História da Matemática onde acontece um ambiente cognitivo e também onde esses fatores são privilegiados, dando assim a Educação Matemática um sentido mais amplo do que somente o de um ensino numa ciência dita exata.

Também pensando na formação de educadores comprometidos com a história da matemática, Elenice Zuin desenvolveu para o curso de Matemática da PUC-Minas-Betim o seguinte projeto

Projeto Paradidáticos: Mais prazer em aprender, despertando o prazer de ensinar Matemática [...].
O Projeto Paradidáticos é uma alternativa, efetivamente, para melhoria da prática do futuro professor de Matemática, e, conseqüentemente, para a melhoria da qualidade do ensino, trabalhando com conteúdos e temas que não estão, necessariamente, ligados ao programa ou à disciplina. Às vezes, intencionalmente, proponho temas que aparentemente, não têm ligação com nosso dia-a-dia, mas que podem enriquecer uma aula, dando nova interpretação e sentido a diversos conteúdos. Para desenvolver os temas os alunos devem buscar suporte na História da Matemática. (ZUIN, 1999, p.278).

Merece destaque que a comunidade acadêmica, nos cursos de graduação, já busca formar educadores com bagagem para atuarem utilizando a história da matemática no ensino básico.

Não há a pretensão de achar ser a escola o único local possível onde o educando se apropria da consciência crítica. Para ilustrar: não é necessário estar em igrejas ou templos para falar de Deus, religiosidade, valores divinos; os que têm fé passam os seus valores sempre quando há oportunidade. Mas o local onde se sistematiza o conhecimento religioso é (ou deve ser) o templo. Assim, a escola, na perspectiva dos discursos apologéticos, na qual é tida como o templo do saber, é a responsável por transmitir os conhecimentos relevantes para a comunidade. E para isso é necessário haver a articulação escola – comunidade.

2 DA ABSTRAÇÃO ARTÍSTICA À CIÊNCIA CONCRETA, DA ABSTRAÇÃO CIENTÍFICA AO CONTEXTO ARTÍSTICO: UM PASSEIO ENTRE AS CIÊNCIAS EXATAS, HUMANAS E SOCIAIS

Para formar alunos críticos é também necessário, além do discurso, desenvolver práticas e técnicas que envolvam estes alunos. Em geral, nas séries iniciais, há relativo sucesso quando a escola e/ou o professor encaminha suas aulas de forma lúdica, através de jogos e brincadeiras a fim de despertar a curiosidade dos pequenos e mantê-los envolvidos no processo ensino-aprendizagem.

A instituição onde essa pesquisa se desenvolve, o Colégio Militar do Rio de Janeiro (CMRJ), além de ter seu corpo discente formado por alunos a partir do 6º ano do Ensino Fundamental até o 3º ano do Ensino Médio, tem também o ensino tradicional muito arraigado.

Assim, formas lúdicas para o ensino precisam ser adaptadas convenientemente às idades desses alunos e se adaptar às suas tradições ou quebrar alguns paradigmas da instituição.

Vejamos a definição sobre paradigma por Bordignon e Gracindo (2001, p. 150):

Paradigma é [...] um conjunto de ideias que permite formular ou aceitar determinados padrões ou modelos de ação social. Paradigma, nesse sentido, representa uma *visão de mundo*, uma *filosofia social*, um *sistema de ideias* construído e adotado por determinado grupo social. Assim, paradigma diz respeito a ideias e valores assumidos coletivamente, consciente ou inconscientemente, e representa o cenário da sociedade que temos ou queremos.

Com a definição acima creio ter ficado claro ser o CMRJ uma instituição paradigmática, enraizada na hierarquia e na disciplina, e em todo o sistema de ideias que levam consigo; uma instituição extremamente conservadora e conseqüentemente, as mudanças se processam lentamente, e, historicamente, são propostas (ou talvez o termo fosse impostas) de cima para baixo.

E um dos paradigmas a serem quebrados diz respeito à avaliação. Por estar tão arraigado no ensino tradicional, com alunos disputando pontuação que lhes proporciona melhores posições hierárquicas no sistema, qualquer trabalho lúdico é visto com desconfiança pela comunidade escolar.

Sobre avaliação, Michel Foucault cita o regulamento de uma escola da França em 1716, referente à relação professor – aluno, mas perfeitamente aplicável a qualquer instância de avaliação, onde sanções normalizadoras utilizam o mecanismo gratificação-sanção. Na citação o autor destaca que o avaliador

[...] deve evitar, tanto quanto possível, usar castigos; ao contrário, deve procurar tornar as recompensas mais frequentes que as penas, sendo os preguiçosos mais incitados pelo desejo de ser recompensados como os diligentes que pelo receio dos castigos [...] (FOUCAULT, 1987, p. 150).

E o mesmo autor completa:

Este mecanismo de dois elementos permite um certo número de operações características da penalidade disciplinar. Em primeiro lugar, a qualificação dos comportamentos e dos desempenhos a partir de dois valores opostos do bem e do mal; em vez da simples separação do proibido, como é feito na justiça penal, temos uma distribuição entre polo positivo e polo negativo; todo comportamento cai no campo das boas notas e das más notas, dos bons e dos maus pontos. É possível, além disso, estabelecer uma quantificação e uma economia traduzida em números. Uma contabilidade penal, constantemente posta em dia, permite obter o balanço positivo de cada um (FOUCAULT, 1987, p. 151).

Esse paradigma é comum, como aponta Foucault em sua obra, em instituições penais, hospitais psiquiátricos, quartéis e, ainda hoje, em escolas. Sendo o CMRJ uma instituição de ensino e militar, isso fica muito forte, ainda que seus alunos não sejam militares. Mudar esse paradigma, isto é, desenvolver ações pedagógicas desvinculadas de notas é sempre um desafio. Há nos alunos, incentivados pela própria instituição, uma disputa por graduações que, não raramente, dificulta desenvolver trabalhos focados na solidariedade ou que busquem a reflexão, objetivando o desenvolvimento da criticidade.

Hierarquia e disciplina são orientações básicas para o militar. No entanto, em se tratando de ensino formativo do cidadão, são orientações, no mínimo, discutíveis. O mesmo autor citado acima aponta que:

[...] as disciplinas caracterizam, classificam, especializam; distribuem ao longo de uma escala, repartem em torno de uma norma, hierarquizam os indivíduos em relação uns aos outros, e, levando ao limite, desqualificam e invalidam (FOUCAULT, 1987, p. 183).

Num sistema onde tudo vale nota, há indivíduos com grande potencial mas que são relegados a segundo plano por colegas e pela própria instituição. Há pouco

espaço para alunos desenvolverem atos de solidariedade. A criatividade tem pouca ou nenhuma relevância na composição da avaliação.

É claro que a busca por uma forma lúdica de ensinar ou motivar os alunos, independente da tradição aqui citada, não pode abandonar a formação propedêutica. Tão importante quanto o discurso político ou formas lúdicas de ensinar ou incentivar os alunos é o professor assumir o compromisso de transmitir ao aluno o conteúdo a que se propõe. O CMRJ, apesar de suas particularidades, é uma escola pública, tem compromisso com a população na busca de ensino de qualidade, e pode ser um braço forte na formação de alunos críticos. Coelho (1984 in ARANHA, 1996, p. 227) diz que:

[...] os docentes não podem, de forma alguma, abdicar de sua função primeira que é ensinar a todos os alunos, especialmente os que devido a sua situação de classe têm mais dificuldade na aprendizagem. Essa não se dá espontaneamente, como um lazer, mas exige disciplina, esforço, persistência; numa palavra supõe trabalho. É profundamente ingênua (e perigosa!) essa ideia de que o professor deve facilitar a aprendizagem ao máximo, fazendo dela uma diversão, uma brincadeira (e aqui entra toda a parafernália da tecnologia da educação, dos recursos audiovisuais), na qual o importante é apenas “aprender a aprender”. Ora, ninguém aprende a aprender sem um conteúdo [...]. A vulgarização da ideia de que não é o professor que ensina, mas o aluno que aprende, tem conduzido muitos educadores a uma irresponsabilidade, a um populismo ingênuo, encoberto por uma falsa defesa da liberdade e da criatividade do indivíduo e da igualdade entre professores e alunos.

Que aprender a aprender é importante não há discussão. O número de informações já existentes é grande e este volume cresce muito rapidamente. Mas selecionando o conteúdo, por que não aprender a aprender, aprendendo? O CMRJ é conteudista, e muito criticado por isso, tendo em seu próprio corpo docente, alguns de seus críticos, a despeito de todas as mazelas que ocorrem com instituições públicas e mesmo privadas que fracassam no intento de buscar alternativas pedagógicas. Não cabe nessa pesquisa discutir o porquê de tais fracassos e nem quantos ou quais foram. A preocupação é preservar a instituição para não enveredar por caminhos que possam prejudicá-la. Educar dá trabalho e ponto. O aluno é capaz de aprender sem o professor? Sim, é possível. Mas o mestre pode multiplicar o conhecimento do discente, chamar a atenção para algo que passou despercebido, ou mesmo ensinar conteúdos não previstos, para, assim, o aluno alçar horizontes não antes por ele concebidos. Isso sem falar no conteúdo político-crítico que acompanha o aprendizado em qualquer disciplina, muitas vezes oculto para o aluno.

Dessa forma, a busca por uma forma lúdica de ensinar deve ser um motivador ao aprendizado, e não substituir aquilo que está posto.

Em seu Projeto Paradidáticos já aqui citado, Zuin (1999, p. 279-280) destaca que:

Os grupos [de alunos] têm demonstrado grande interesse pelo desenvolvimento dos temas. Existe grande participação e envolvimento da turma. A criatividade é o ponto alto das apresentações: escrevendo mini-peças, apresentando teatros de fantoches, produzindo vídeos e materiais alternativos para o ensino de Matemática, os futuros professores se mostram capazes de inovar a prática pedagógica.

Se tais ações são positivas para alunos da graduação, quiçá para alunos do ensino básico. Qualquer oportunidade de se expressar além das formas tradicionais costuma ser incentivadora dentro do processo ensino-aprendizagem. A partir da possibilidade de se expressar ludicamente, o discente pesquisa, discute, busca se aprimorar em temas que tradicionalmente não teria interesse.

Fazendo isso, além de se apropriar de conhecimentos oriundos do capital cultural da humanidade, não raramente esse aluno desenvolve a criatividade e a imaginação. Goldschmidt (2004, p.69) destaca que:

Nos processos de ensino aprendizagem pouca ênfase é dada à imaginação, que comumente é confundida com simples fantasia, resultando daí um certo desconhecimento para com suas virtualidades educativas através do fazer artístico, no qual vemos mesmo a possibilidade de uma educação do sentimento.

Formas lúdicas de ensinar, além de serem incentivadoras para apropriação do conteúdo, cumprem o papel de despertar a imaginação e o interesse do educando. E é com práticas imaginativas que habilidades e competências necessárias a artistas em diversas modalidades, e até mesmo profissionais requisitados pelo mercado capitalista, se desenvolvem.

Davis (1990) proferiu palestra onde aponta a matemática como uma ciência humana, elencando diversos aspectos humanísticos da matemática. Traçando paralelos, principalmente, com a literatura, o autor argumenta que, assim como ela, a matemática tem metáforas, ambiguidades, paradoxos. Faz ainda paralelos com a filosofia, antropologia e teologia. E também destaca que a matemática tem uma história e não é atemporal, da mesma forma que qualquer ramo do conhecimento.

A matemática interfere na vida das pessoas das mais diversas formas no dia a dia, desde problemas relativos a finanças a problemas envolvendo pesos e

medidas. Ainda hoje se pode dizer que influencia a filosofia, visto que as bases que norteiam o pensamento filosófico ainda sofrem influência do tempo que filosofia e matemática se misturavam. E qual disciplina humana não tem a filosofia como escudeira?

Assim, seguindo a ideia do autor acima citado se pode afirmar que se a matemática apresenta características humanísticas, então esperamos que ela promova valores humanistas, que incitem a consciência da responsabilidade humana integral. Enfim, o autor defende a necessidade da matemática, como ciência humana, despertar valores humanísticos. E a arte, em suas diversas manifestações, é uma excelente ferramenta para desempenhar esse despertar.

Poligicchio (2011, p. 42) cita John Dewey sobre formação moral e experiência com a arte:

Comparadas à influência delas [as Artes], as coisas diretamente ensinadas por palavras e normas são pálidas e ineficazes. A soma total do efeito de todos os tratados de reflexão sobre a moral é insignificante, se comparada à influência da arquitetura, do romance e do teatro na vida, e se torna importante quando os produtos intelectuais formulam as tendências dessas artes e lhes proporcionam uma base intelectual. A verificação racional íntima é sinal de um distanciamento da realidade, a menos que seja um reflexo de forças substanciais, vindas do meio circundante.

Conteúdos de qualquer disciplina podem ser ensinados através da arte de uma forma mais concreta; e mesmo aqueles conteúdos mais abstratos têm na arte um contexto. E os contextos artísticos oferecem diversas possibilidades de discussão sobre temas que objetivam a formação moral do indivíduo, de uma forma que tende a ser mais prazerosa.

Romances, pinturas, música, cinema, teatro, quadrinhos e mesmo atividades esportivas (que muitos têm como arte) são exemplos de manifestações artísticas que atraem público e podem ser aproveitadas para apresentar conteúdos e desenvolver no indivíduo competências e habilidades ligadas a valores morais, éticos, estéticos e que despertem a sensibilidade.

Essa pesquisa aborda uma forma de arte: o teatro. Mas diversas outras manifestações artísticas podem ser estimuladas por docentes e desenvolvidas por discentes.

O teatro desenvolve no indivíduo habilidades normalmente esquecidas nas matérias tradicionais, como sensibilidade, afeto, desinibição, comunicação (nas suas

diversas formas: corporal, gestual, visual, auditiva). E, claro, obriga o artista a pesquisar sobre aquilo que deseja manifestar.

Conteúdos densos e abstratos se tornam mais leves e ganham concretude quando podem ser representados. E na própria peça teatral, todos os envolvidos, autores, figurinistas, músicos, atores precisam também abstrair, viver uma realidade que na maioria das vezes não é a sua. Poligicchio (2011, p. 23) diz que:

[...] ao estudar um fato histórico antigo, o aluno precisa abstrair, ou seja, imaginar uma realidade que não condiz com o contexto atual. Quando falamos em moléculas, átomos, reações químicas, cargas eletromagnéticas, por exemplo, há uma necessidade extrema de abstração, visualização e imaginação das teorias que, muitas vezes, não se materializam diante de nós. As ciências exatas trabalham com modelos que exigem alto grau de abstração para compreendê-los. Tais como as teorias em torno das viagens espaciais. Falar em curvatura do espaço, em buraco de minhoca, ou física quântica, exige alto grau de imaginação. No âmbito teatral, a imaginação é o elemento chave do ator. A boa representação consiste em que o ator imagine o tempo todo em que estiver em cena, que é o que não é, que está onde não está, que sente o que não sente e com bastante convicção.

E também:

Podemos dizer que o Teatro materializa ou mesmo concretiza os temas considerados abstratos na Matemática. E ainda apresenta uma vantagem superior ao do uso dos materiais didáticos, pois possibilita o contexto que vivifica o problema e dá forma aos dados, informações, conceitos, ideias ou conteúdos. (Poligicchio, 2011, p. 82)

Assim o aluno tem a oportunidade de abstrair, o que é necessário para desenvolver diversos conteúdos de matemática e de ciências em geral. Ou seja, pelo próprio conhecimento científico manifestações artísticas se fazem importantes. O que a autora acima reforça é que há habilidades e competências a serem trabalhadas e desenvolvidas através do teatro. Enfim, o teatro serve de contexto para o que é abstrato e por outro lado é oportunamente usado para o treino da abstração.

Tão importante como desenvolver a criticidade e a ludicidade é desenvolver a criatividade artística. Esses elementos se retroalimentam para formar o que socialmente deve (ou deveria) ser o papel dos sistemas de ensino: a formação do cidadão pleno para atuar em diversas frentes, como trabalho, solidariedade, política, família. Um cidadão que possa contribuir para a sociedade e usufruir o que esta sociedade lhe oferece.

Goldschmidt (2004, p. 21) relata que no século XVIII, com a Revolução Industrial a “escola deveria contribuir para a instrução da massa de trabalhadores qualificando-os técnica e cientificamente. Os conteúdos técnicos e científicos deveriam sobrepor-se aos conteúdos humanísticos.” E aponta depois que:

É no século XX que se torna mais visível a preocupação de diversos pensadores com a questão da subjetividade humana face ao surgimento da psicanálise, à acentuação das condições de opressão e de insegurança impostas ao homem, é retomada a tese das possibilidades, finalidades e necessidades da arte na vida do homem, como elemento de reconstrução do seu “eu” fragmentado, como também da sua percepção crítica do mundo. (GOLDSCHMIDT, 2004, p. 22)

E a mesma autora cita René Huyghe que considera que:

A arte é uma função essencial ao homem, indispensável ao indivíduo e às sociedades, e que lhes se impôs como uma necessidade desde as origens pré-históricas. A arte e homem são indissociáveis. Por ela o homem exprime-se mais completamente e, portanto, compreende-se e realiza-se melhor. (HUYGHE, s/d apud GOLDSCHMIDT, 2004, p.23)

Ainda hoje a educação privilegia o trabalho, isto é, prepara os indivíduos para produzir. Porém, nesse mesmo cenário, há os que defendem que um ser humano mais completo, com formação humanística, ainda que desenvolva atividades na área tecnológica ou biomédica, serve melhor ao capital. Isto porque a arte tende a formar esse ser mais completo, mais próximo de sua essência, portanto potencialmente mais criativo e solidário, características hoje buscadas em profissionais pelo mercado, que os considera mais produtivos.

É certo que educadores devem se policiar para não se tornarem meros formadores de exército de reserva para o mercado de trabalho, e sim de cidadãos completos. Assim a criatividade e a solidariedade desenvolvidas devem (ou podem) servir para construir uma sociedade mais igualitária.

Goldschmidt (2004, p. 10) defende que:

O embrutecimento decorrente do descaso para com uma educação do sentimento e da sensibilidade, que notadamente passa pela relação do homem com a fazer da arte, torna o homem incapaz de criticar e de selecionar suas opções culturais; assim, vulnerável às influências dos veículos de comunicação.

Reforçando a importância da criticidade na formação do indivíduo, percebe-se o quanto a educação deve fazer uso da arte também com essa finalidade. A

sensibilidade, claro, pode se desenvolver de diversas formas e lugares. Mas a partir do momento que se entende a importância da arte no processo ensino-aprendizagem, é a escola o *locus* ideal para tal formação.

3 FUNDAÇÃO DO CLUBE DE HISTÓRIA DA MATEMÁTICA NO COLÉGIO MILITAR DO RIO DE JANEIRO: O TEATRO CONCRETIZANDO A MATEMÁTICA HUMANÍSTICA

A ideia de fundar um Clube de História da Matemática no CMRJ parte do pressuposto que todos os envolvidos buscam, de alguma forma, satisfação pessoal em conhecer a origem dos fatos da humanidade (conhecer a História) e que têm interesse em se manifestar artisticamente de alguma forma, seja escrevendo, representando, praticando esportes. Para isso não é necessário e nem produtora que atividades desenvolvidas neste contexto valham nota. E assim se inicia a atividade.

3.1 Fazendo História

É apresentado o objetivo do trabalho para uma das turmas do 9º ano do Ensino Fundamental (turma 903 do ano 2013), esclarecendo que é uma pesquisa acadêmica, mas o resultado deve ser efetivamente aplicado no CMRJ. Inicialmente a proposta envolveria outras turmas do mesmo ano escolar, porém por questões de horário e tempos de aula se faz necessário concentrar numa só turma.

É proposto que os alunos encenem algum tópico da História da Matemática de livre escolha, a partir de pesquisa bibliográfica do tema elencado e que fiquem à vontade para se voluntariar.

Após os esclarecimentos iniciais os alunos têm alguns dias para responder se gostariam de participar. Passado esse período o pesquisador pergunta um a um se quer participar da peça que tem a proposta de ser precursora da fundação de um Clube de História da Matemática no CMRJ. Dez alunos (um terço da turma) se voluntariam, superando a expectativa inicial e minimizando o problema da mudança de horários citada.

Como é comum em trabalhos escolares, um dos alunos desse grupo toma a iniciativa de se envolver mais profundamente, e isso é fundamental para o sucesso do trabalho. Se isso não acontece naturalmente é necessário fazer essa liderança despontar.

Dois alunos, Nascimento e Thiago, trocam ideias entre si e buscam mais informações a respeito de temas que podem ser estudados. Surge na conversa o número irracional π , o astrônomo e matemático Johannes Kepler e suas leis gravitacionais e também a história dos números complexos.

São marcados encontros na própria sala de aula, inicialmente, para discussão das pesquisas realizadas (os alunos buscam informações em sites) e a pesquisa fica focada em dois matemáticos: Girolamo Cardano e Niccolò Tartaglia. O aluno Nascimento aprofunda as pesquisas e em poucos dias escreve uma peça baseada em descobertas de Tartaglia que Cardano teria publicado.

Figura 1- Primeira discussão a respeito do tema



Fonte: O autor, 2013.

Alunos que não entram para o grupo ficam curiosos com a história e se aproximam tentando entender e saber quem são os personagens acima citados.

Começam os ensaios do teatro. Inicialmente uma vez por semana, mas percebendo a necessidade pelo pouco tempo até a data da apresentação, os ensaios passam a ser feitos duas vezes por semana, durante três semanas.

Um dos alunos desiste no terceiro ensaio por problema de relacionamento no grupo. Em outro contexto caberia uma investigação a respeito dessa desistência, mas diante do caráter voluntário de participação, o trabalho segue. Em compensação, outro entra, convidado pelo próprio grupo (esse aluno toca violão e há a necessidade na história de um violonista).

Apesar do aluno Nascimento inicialmente ser o autor da peça, o grupo se põe na condição de coautor: durante os ensaios todos sugerem modificações, acréscimos e cortes na história inicial. Lideranças despontam: Julia, Luana e Dandara assumem fortemente suas funções e orientam os demais.

O grupo procura a supervisora escolar do CMRJ que coordena um núcleo de teatro neste colégio para conseguir roupas adequadas à história e buscar sugestões. Julia toma para si a responsabilidade do figurino e do som.

Durante os ensaios a alegria é evidente. O grupo brinca, descontra, mas mantém o foco.

Figura 2- Primeiro ensaio geral



Fonte: O autor, 2013.

Na véspera da apresentação o grupo se reúne para o último ensaio geral, revisão do figurino e preparação de cartazes. Percebe-se a mistura de alegria e nervosismo.

Figura 3- Véspera da apresentação



Fonte: O autor, 2013.

No dia da apresentação um contratempo: um dos atores principais passa mal e falta. O grupo tem duas opções diferentes da de cancelar a apresentação: deslocar um dos outros membros do grupo ou conseguir um substituto. Mesmo sendo arriscado, o grupo decide por essa segunda opção e o aluno Nunes entra no grupo, apesar de não ter participado dos ensaios. Durante duas horas, repetidamente, o grupo ensaia com o novo ator e apesar da insegurança, com a chegada da plateia, formada por professores, alunos e outros funcionários, inclusive com a presença do diretor de ensino, comandante do CMRJ, a apresentação acontece. E é um sucesso.

Figura 4- Primeiro dia de apresentação



Fonte: O autor, 2013.

Na semana seguinte, a pedido da chefia do 9º ano, o grupo reapresenta a peça e o sucesso se repete. Nessa ocasião há outra substituição por falta, mas agora o grupo está mais calmo e seguro. O que merece destaque é que a nova atriz é de outra turma e desempenha o papel com afinco.

Figura 4- Segundo dia de apresentação



Fonte: O autor, 2013.

3.2 Observação crítica dos bastidores

O teatro, com todo o amadorismo como é feito na presente pesquisa, seduz muitos indivíduos. Em todas as etapas do processo (formação do grupo, distribuição das tarefas, pesquisa bibliográfica, discussão dos fatos pesquisados, escrever a história, preparar e adequar falas e roupas e se colocar diante de um público) até a apresentação final e mesmo depois disso, proporciona empreender diversos aspectos cognitivos, afetivos e psicomotores.

Além do fato histórico elencado, cria-se no aluno a expectativa do conhecimento matemático envolvido. O passo a passo da pesquisa proporciona aos envolvidos o prazer da busca do conhecimento e da criatividade.

A percepção de que os personagens da história, muitas vezes citados como gênios, são pessoas comuns, sujeitos a falhas de conhecimento ou mesmo de caráter, leva os envolvidos, seja o grupo de atores ou a plateia, a refletir a respeito e aguça a criticidade.

Vencer a timidez, improvisar, colaborar com o companheiro que esquece sua fala, enfim, fazer algo de forma ativa e participativa contribui na formação afetiva.

A apresentação para um público aumenta a responsabilidade dos participantes em acertar, evitar fazer uma apresentação vexatória. E essa preocupação é evidente em todas as etapas da atividade, pensando no dia da apresentação. Eles se veem envolvidos no próprio gerenciamento de tempo e recursos.

E todo o processo é desenvolvido em grupo, fator apontado como primordial na formação escolar visando à preparação para a vida social e profissional.

3.3 Consolidação do clube de história da matemática

Esse trabalho se inspirou em “Trabalhos Interdisciplinares” obrigatórios no CMRJ, em que o aluno, a partir de pesquisas bibliográficas é orientado a expressar sua pesquisa através de uma manifestação artística (não necessariamente teatro).

Dois aspectos diferenciam esta pesquisa dos “Trabalhos Interdisciplinares” já desenvolvidos no CMRJ: o tema escolhido está intimamente relacionado à Matemática, o que será explorado na implementação do Clube; e também o fato de não valer notas.

Há alunos que se interessam por atividades esportivas em suas diversas modalidades. Outros por música, literatura, dança. A busca por essas atividades na maioria das vezes se dá por prazer ou por entretenimento, sem, necessariamente, haver o ensejo de se alcançar um nível profissional. Estudar a História da Matemática e expressar isso artisticamente é também prazeroso. Primeiro porque o conhecimento da história é naturalmente atrativo para muitos indivíduos. Segundo porque a manifestação artística faz parte da cultura de praticamente todos os povos em todos os tempos.

A Matemática faz parte do cotidiano escolar desde a pré-escola. Então aliar a necessidade de incentivo para essa disciplina com o prazer do conhecimento de sua História e dar a oportunidade de um indivíduo se expressar artisticamente é extremamente promissor em termos de progresso no interesse do aluno.

No decorrer desta pesquisa a direção do CMRJ anuncia o fim dos Trabalhos Interdisciplinares de forma obrigatória, deixando a cargo de cada ano escolar

desenvolver, de acordo com a necessidade, atividades interdisciplinares. Esse fato aumenta a importância de incentivar trabalhos dessa natureza junto ao corpo discente.

Institucionalmente há no CMRJ um Clube de História e está sendo recriado um Clube de Matemática. O Clube de História da Matemática, já virtualmente criado com a pesquisa aqui desenvolvida, será aliado ao segundo, sendo mais uma atração para os interessados por esta disciplina, ou que buscam formas de a ela se adaptarem.

4 A HISTÓRIA DE GIROLAMO CARDANO E NICCOLO TARTAGLIA: A CRÍTICA E A IMPORTÂNCIA DOS FATOS

4.1 A Peça e a História real: praticando a criticidade

Os alunos pesquisam a respeito da história de Girolamo Cardano e Niccolo Tartaglia em sites da Internet e escrevem a peça baseados na história desses matemáticos, mas adaptando a peça (que está em anexo) não só para trazer um certo humor e tornar o tema mais interessante para plateia, mas também para a encenação ser mais lúdica e próxima de suas realidades.

Na montagem da peça e durante os ensaios tiveram a oportunidade de discutir sobre moral, puderam refletir a respeito de direitos autorais e criticar o comportamento dos personagens. Houve a preocupação que o personagem que agiu errado, ainda que não tivesse sido punido pela justiça do homem, teria sido pela justiça divina. Aliás, a religiosidade está presente a todo o momento na encenação, onde a disputa entre o bem e o mal, o certo e errado, é travada entre o anjo e o demônio, com direito a todo tipo de estereótipos.

Na história real desse fato, quem a conta, parece também, conscientemente ou não, fazer julgamentos parecidos. Há autores que se não defendem Cardano pelo menos o isentam de culpa. Outros condenam Cardano. E há ainda o grupo que relativiza, já que não há a certeza que Cardano utilizou de má fé para conseguir publicar os trabalhos desenvolvidos por Tartaglia.

O fato é resumido por Rooney (2012, p. 136):

Em *Ars Magna*, Girolamo Cardano explicou como resolver equações cúbicas (de terceira ordem) e equações quadráticas (de quarta ordem). No entanto, não foi um triunfo fácil de gênios individuais. A solução para as equações cúbicas provavelmente foi descoberta por Scipione Del Ferro (c.1465-1526), um professor de matemática na Universidade de Bolonha. Ao morrer, ele passou para um estudante, Antonio Maria Fior. Niccolo Tartaglia (c.1500-57) descobriu independentemente a solução e a revelou a Cardano com a condição de que ele não a revelasse. Quando Cardano descobriu que a solução não era original de Tartaglia, ele a publicou. Ele admitiu que teve informações de Tartaglia e também reconheceu que a solução para a equação quadrática tinha sido descoberta por seu secretário, Ferrari (1522-65). Tartaglia, como se pode imaginar, não gostou disso e os dois brigaram por dez anos. Tartaglia tinha esperança de reter a revelação da solução cúbica para publicá-la como coroamento de sua carreira.

A autora acima, de alguma forma, isenta Cardano, ao citar que havia outra fonte possível, sendo que o tipo de equação conhecida por Del Ferro e Fior não era o mesmo de Tartaglia. Além disso, a autora destaca que Cardano deu créditos a Tartaglia e também a Ferrari. Por fim ela ainda afirma que “Tartaglia tinha publicado anteriormente as descobertas de outros sem o reconhecimento do seu próprio débito, o que pode reduzir um pouco nossa simpatia por ele.” (ROONEY, 2012, p.136)

A autora não destaca quais seriam essas descobertas e os outros autores não citam nada a respeito. De qualquer forma não parece ético justificar um erro a partir de outro.

O mesmo fato relatado por Roque (2012, p. 270):

Logo no início do século XVI, Scipione Del Ferro obteve uma fórmula usando radicais para solução de um certo tipo de equação, que constituiu uma novidade em relação aos trabalhos árabes. Mas essa fórmula foi mantida secreta, como era costume. Alguns anos mais tarde, por volta de 1535, Tartaglia resolveu diversas equações cúbicas, em particular as do tipo que escrevemos hoje como $x^3 + mx^2 = n$, considerada com coeficientes exclusivamente numéricos.

Um terceiro matemático italiano, Girolamo Cardano, que parece ter obtido a fórmula de Tartaglia prometendo mantê-la em sigilo, acabou por publicá-la em 1545 no livro *Ars Magna* (Grande Arte).

A autora aqui relativiza a questão, talvez porque na citação do ocorrido há a proposta de discutir a obra de Cardano, e não o conflito.

Pinto Junior (2009, p. 13-14) dá outros detalhes que são explorados pelos alunos na peça:

Scipione Del Ferro (1465-1526), contrariamente às previsões de Pacioli, resolveu o caso especial da cúbica $x^3 + px = q$, com p e q positivos. Sem publicar seus resultados, divulgou-os a um pequeno grupo de amigos no qual estava incluído seu pupilo Antônio Maria Fior.

Neste momento da história, Fior desafia publicamente Tartaglia, propondo a resolução de algumas equações cúbicas. Temos aí o relato de uma das mais famosas disputas matemáticas envolvendo a resolução de equações do terceiro grau. [...]

Em 1535, Tartaglia finalmente conseguiu encontrar a solução de qualquer equação do tipo $x^3 + px^2 = q$. Na disputa entre Fior e Tartaglia, o objetivo era a solução de vários problemas que um deveria propor ao outro. Fior apresentou a Tartaglia, 30 problemas que eram solucionados pelo caso particular da cúbica, cujo método de solução já era conhecido por ele.

Tartaglia é declarado o vencedor, já que, além de resolver todos os problemas propostos por Fior, não teve seus problemas propostos resolvidos pelo oponente, uma vez que estes implicavam na resolução de equações do tipo $x^3 + px^2 = q$.

Enquanto isso, Girolamo Cardano (1501-1576), um típico homem renascentista, obtinha reconhecimento em suas contribuições na Astrologia, Medicina, Filosofia e na Matemática. Durante anos, lecionou em várias universidades e teve seu nome associado a uma vida desregrada e marcada por episódios trágicos.

Reza a lenda que a notícia do duelo travado entre Fior e Tartaglia chega ao conhecimento de Cardano que implora a Tartaglia a tão desejada solução das cúbicas, prometendo publicá-la com a devida autoria em sua obra *Pratica Arithmeticae* (1539), obra que já continha racionalização de denominadores envolvendo raízes cúbicas.

Tartaglia recusou o convite, já que possuía intenção de publicar uma obra de sua autoria contendo seus estudos em álgebra. Mas Cardano obtém de Tartaglia a famosa fórmula e a publica em sua *Ars Magna* (1545), importante obra que atualmente poderia ser classificada como um texto seminal sobre equações algébricas.

Aqui o autor praticamente ignora a questão ética envolvida. Cita o ocorrido sem tomar partido, fazer qualquer juízo de valor ou enfatizar o fato.

Já Garbi (2009, p. 33) aponta que Cardano

[...] levou uma vida marcada por contrastes e extremos [...]. Autor do *Liber de Ludo Aleae*, onde brilhantemente introduziu a ideia de probabilidade que se usa modernamente, ali ensinou também maneiras de se trapacear nos jogos.

E ainda sobre Cardano diz que:

Seu filho mais velho foi condenado à morte por haver assassinado a esposa. De seu filho mais novo, Cardano, num acesso de fúria, arrancou as duas orelhas. Em um documento por ele mesmo redigido, definiu-se como desbocado, espião, melancólico, traidor, invejoso, solitário, obscuro, desonesto, incomparavelmente vicioso e portador de total desprezo pela religião (GARBI, 2009, p. 34)

Provavelmente os fatos relacionados à família de Cardano relatados por Garbi em seu livro são os “episódios trágicos” citados por Pinto Junior em citação anterior.

De Tartaglia Garbi (2009, p. 34) diz que “em comum com Cardano só tinha mesmo o talento matemático e a nacionalidade italiana”. O autor aponta que quando menino Tartaglia foi gravemente ferido diante da mãe por tropas francesas e ficou entre a vida e a morte. A sua gagueira foi devido a esses ferimentos, que deixaram uma profunda cicatriz na boca. A mãe não conseguiu mantê-lo na escola, pois não tinha condições de pagar, mas com rara força de vontade, Tartaglia veio a ser professor de ciência e publicou diversas obras.

A descrição do embate entre Cardano e Tartaglia por Garbi não é muito diferente dos autores citados anteriormente. Porém, mais um capítulo à história foi

acrescentado, fato que também serviu de inspiração na encenação feita pelos alunos. Na mesma obra o autor acrescenta que:

O corajoso Tartaglia chegou a aceitar um debate público contra Cardano, no próprio território deste, Milão, mas quem compareceu no lugar do perjuro foi Ferrari. Após longas trocas de insultos, cada parte retirou-se cantando vitória mas o debate, propriamente, não se realizou. No final, a posteridade foi injusta para com o sofrido Tartaglia: a fórmula que ele deduzira e que ensinara ao desleal inimigo, ao invés de receber seu nome, é hoje generalizadamente conhecida como fórmula de Cardano. (GARBI, 2009, p. 38)

O autor não deixa dúvida que condena Cardano, não somente pelo embate com Tartaglia, mas pelo modo de vida por ele escolhido.

A certeza do que ocorreu no século XVI não há. Mas até mesmo o autor que defendeu Cardano nos trouxe com sua pesquisa a existência de um débito com Tartaglia. Assim a história criada pelos alunos respeita, em essência, os fatos reais. E a escolha teria sido muito feliz, mesmo que fosse proposta pela escola para realização de um trabalho com objetivo interdisciplinar.

Os alunos criticam a situação, analisam a questão ética, trabalham em grupo, colaboram entre si, se divertem.

A riqueza do tema é enorme, mesmo se pensarmos em conteúdos escolares: história, geografia, filosofia, sociologia, português, ciências. E matemática, é claro!

4.2 Fatos concretos: o legado para a humanidade

A despeito das disputas pessoais e dos questionamentos éticos dos fatos relatados é inegável a produção cultural dos personagens envolvidos na trama.

São utilizadas abaixo notações atuais a fim de expressar as descobertas desses grandes matemáticos a respeito das equações de 3º e 4º graus e que fazem parte da história pesquisada e encenada.

Scipione del Ferro, professor da Universidade de Bolonha, por volta de 1510 desenvolve uma fórmula utilizando radicais para resolver equações do tipo:

$$x^3 + bx + c = 0 \tag{1}$$

Ferro a mantém em segredo. Anos mais tarde, um dos seus pupilos, Antonio Maria Fior, utiliza o conhecimento adquirido com seu mestre para desafiar Niccolo Tartaglia.

Tartaglia, por volta de 1535, aparentemente incentivado pelo desafio de Fior e sabendo do trunfo do seu oponente, apressa sua pesquisa a respeito de equações do 3º grau e obtém solução para qualquer equação do tipo:

$$x^3 + ax^2 + c = 0 \quad (2)$$

Isso além da solução de equações conhecidas por Fior.

Em 1545 Girolamo Cardano publica em sua obra *Ars Magna* a fórmula obtida de Tartaglia, enriquecendo as demonstrações com a concretude geométrica e propondo resolução de equações do tipo:

$$x^3 + ax^2 + bx + c = 0 \quad (3)$$

Além disso, Cardano, ao contrário de seus contemporâneos, não foge das raízes negativas (às quais chamava de sofisticadas), mesmo as considerando inúteis.

Para resolver equações do 3º grau Cardano/Tartaglia propõe uma substituição de variável:

$$x = y - \frac{a}{3} \quad (4)$$

Assim a equação (3) escrita na nova variável é:

$$\left(y - \frac{a}{3}\right)^3 + a\left(y - \frac{a}{3}\right)^2 + b\left(y - \frac{a}{3}\right) + c = 0 \quad (5)$$

Desenvolvendo temos:

$$y^3 - 3y^2\frac{a}{3} + 3y\frac{a^2}{9} - \frac{a^3}{27} + ay^2 - 2y\frac{a^2}{3} + \frac{a^3}{9} + by - \frac{ab}{3} + c = 0$$

$$y^3 - y^2a + y\frac{a^2}{3} - \frac{a^3}{27} + ay^2 - \frac{2ya^2}{3} + \frac{a^3}{9} + by - \frac{ab}{3} + c = 0$$

$$y^3 + \frac{a^2}{3}y - \frac{a^3}{27} - \frac{2a^2}{3}y + \frac{a^3}{9} + by - \frac{ab}{3} + c = 0$$

$$y^3 + \left(\frac{a^2}{3} - \frac{2a^2}{3} + b\right)y - \frac{a^3}{27} + \frac{a^3}{9} - \frac{ab}{3} + c = 0$$

$$y^3 + \left(b - \frac{a^2}{3}\right)y + \frac{2a^3}{27} - \frac{ab}{3} + c = 0 \quad (6)$$

Fazendo:

$$p = b - \frac{a^2}{3} \quad (7)$$

$$q = \frac{2a^3}{27} - \frac{ab}{3} + c \quad (8)$$

A equação adquire a forma:

$$y^3 + py + q = 0 \quad (9)$$

Esta equação é idêntica à equação (1), já anteriormente, resolvida por Ferro e por Tartaglia e que Cardano também publica em sua obra.

A ideia central para resolver equações do tipo (1) apresentada pelos matemáticos citados, com pequenas variações no passo a passo, é a mesma, se valendo do cubo da soma (ou da diferença) de dois números, conforme vemos a seguir.

Fazendo:

$$x = u + v \quad (10)$$

Substituindo em (1) obtemos:

$$(u + v)^3 + b(u + v) + c = 0$$

$$\begin{aligned}
 u^3 + 3u^2v + 3uv^2 + v^3 + b(u + v) + c &= 0 \\
 u^3 + v^3 + 3uv(u + v) + b(u + v) + c &= 0 \\
 u^3 + v^3 + (3uv + b)(u + v) + c &= 0
 \end{aligned} \tag{11}$$

Buscamos u e v que satisfaçam:

$$u^3 + v^3 = -c \tag{12}$$

$$uv = -\frac{b}{3} \tag{13}$$

Daí a sentença (11) é verdadeira. Elevando ao cubo os dois membros da equação (13) resulta que:

$$u^3v^3 = \frac{-b^3}{27} \tag{14}$$

Dessa forma u^3 e v^3 são raízes da equação quadrática:

$$t^2 + ct - \frac{b^3}{27} = 0 \tag{15}$$

As raízes da equação (15) são dadas por:

$$t = \frac{-c \pm \sqrt{c^2 + \frac{4b^3}{27}}}{2} \tag{16}$$

Logo:

$$u^3 = -\frac{c}{2} + \sqrt{\frac{c^2}{4} + \frac{b^3}{27}} \Rightarrow u = \sqrt[3]{-\frac{c}{2} + \sqrt{\frac{c^2}{4} + \frac{b^3}{27}}} \tag{17}$$

$$v^3 = -\frac{c}{2} - \sqrt{\frac{c^2}{4} + \frac{b^3}{27}} \Rightarrow v = \sqrt[3]{-\frac{c}{2} - \sqrt{\frac{c^2}{4} + \frac{b^3}{27}}} \quad (18)$$

Substituindo (17 e 18) em (10) temos solução da equação do 3º grau:

$$x = \sqrt[3]{-\frac{c}{2} + \sqrt{\frac{c^2}{4} + \frac{b^3}{27}}} + \sqrt[3]{-\frac{c}{2} - \sqrt{\frac{c^2}{4} + \frac{b^3}{27}}} \quad (19)$$

Cardano também publica em *Ars Magna* a solução da equação do 4º grau completa:

$$ax^4 + bx^3 + cx^2 + dx + e = 0 \quad (20)$$

Ele dá os créditos ao seu pupilo, Lodovico Ferrari.

A solução consiste em eliminar o termo de 3º grau a partir de uma mudança de variável:

$$x = y - \frac{b}{4a} \quad (21)$$

Substituindo (21) em (20) a equação pode ser escrita da seguinte forma:

$$a\left(y - \frac{b}{4a}\right)^4 + b\left(y - \frac{b}{4a}\right)^3 + c\left(y - \frac{b}{4a}\right)^2 + d\left(y - \frac{b}{4a}\right) + e = 0 \quad (22)$$

Desenvolvendo as potências, reduzindo e agrupando os termos de mesmo grau na nova incógnita e dividindo tudo por a podemos escrever a seguinte equação:

$$y^4 + py^2 + qy + r = 0 \quad (23)$$

Sendo:

$$p = \frac{c}{8a^2} - \frac{3b^2}{8a^2} \quad (24)$$

$$q = \frac{d}{a} - \frac{bc}{2a^2} + \frac{b^3}{8a^3} \quad (25)$$

$$r = \frac{e}{a} - \frac{bd}{4a^2} + \frac{b^2c}{16a^3} - \frac{3b^4}{256a^4} \quad (26)$$

Arrumamos a equação (23) convenientemente a fim de completar quadrado para algum t :

$$\begin{aligned} y^4 &= -py^2 - qy - r \\ y^4 + 2y^2t + t^2 &= -qy - r - py^2 + 2y^2t + t^2 \\ (y^2 + t)^2 &= (2t - p)y^2 - qy + t^2 - r \end{aligned} \quad (27)$$

Como o 1º membro da equação (27) é um quadrado, o segundo membro deve ter o discriminante nulo. Ou seja:

$$(-q)^2 - 4(2t - p)(t^2 - r) = 0 \quad (28)$$

Percebe-se que (28) é uma equação do 3º grau na incógnita t :

$$8t^3 - 4pt^2 - 8rt + 4pr - q^2 = 0 \quad (29)$$

A equação (29) possui três raízes. Usando qualquer uma das três raízes calculamos y utilizando a equação (27):

$$y^2 + t' = \pm \sqrt{(2t' - p)y^2 - qy + t'^2 - r} \quad (30)$$

Em seguida calculamos x pela equação (21).

Há diversos outros personagens que contribuíram antes e depois dos fatos aqui citados para o desenvolvimento da álgebra e particularmente na história das equações polinomiais e dos números complexos. Mas a ideia é mesmo focar no

período, local e personalidades que fazem parte da atividade desenvolvida pelos alunos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A razão de ser da escola é o aluno, e essa deve ser a preocupação de dirigentes, educadores, enfim de todos os indivíduos capazes de influenciar de alguma forma na educação do discente. É importante desenvolver ações que estimulem o sucesso desse aluno.

Muitas vezes o mau desempenho está atrelado a razões políticas: moradia longínqua, conteúdo mal ministrado nas primeiras séries do ensino fundamental, à fome, enfim, existem inúmeras razões levando a questão para a eterna luta de classes. Apesar dos interesses antagônicos, existe aqui a, talvez, ingênua, proposta de trégua: no Colégio Militar do Rio de Janeiro (CMRJ) convivem jovens de classes heterogêneas, ideal para eles aprenderem a entender as diferenças existentes entre as classes, e quem sabe, no futuro, multiplicar esse aprendizado. Mas para isso é impossível ignorar a existência de tais classes e seus antagonismos.

A politização do corpo discente é questão preeminente. Consequentemente o professor deve ser politizado e estar a par dos acontecimentos contemporâneos, analisando-os criticamente, e dessa forma proporcionar ensino de qualidade relevante aos alunos.

Falando da qualidade do ensino, mais precisamente sobre a forma de ensinar, merece atenção o fato de ser importante aprender a aprender, pois o volume de informações existentes é grande e continua crescendo. O assunto está em voga no Sistema de Ensino do Exército que tenta implementar nos seus colégios o ensino por competências e habilidades. Todavia, é necessário um conteúdo mínimo, uma base, para o aluno construir seu conhecimento.

Sem esquecer que, para aprender a aprender é preciso ser o discente crítico o suficiente para selecionar os conteúdos relevantes; o aluno sempre terá no professor uma referência capaz de multiplicar seus conhecimentos, enriquecer o conteúdo através da própria experiência e conhecimento, apontar os desvios éticos existentes.

Antes de alguém falar da possibilidade da falha ética partir do docente, cabe lembrar existir mais de um professor na mesma instituição, além de orientadores educacionais e supervisores. A existência desses importantes profissionais fazem do

CMRJ uma escola pública privilegiada, apesar de a quantidade estar muito aquém da necessidade da instituição.

O que se percebe é a escola pública reproduzir as mesmas práticas do mercado de trabalho, que só visa o lucro que não é o objetivo da escola pública. Fazendo isso a escola reforça o *status quo* econômico e político. Logo, desenvolver a arte, discutir a história das ciências e como esta serve (e serviu) ao poder dominante se faz importante para criar um novo paradigma.

O que a escola consegue utilizando os mesmos mecanismos das empresas privadas é reproduzir as desigualdades sociais lá encontradas. Porém, a maior prova de insucesso do modelo capitalista de gerenciamento na escola pública é que este modelo se mostra incapaz de aumentar o número de alunos com sucesso escolar, diminuindo reprovações e evasão. Essa percepção só é possível se a comunidade escolar tiver desenvolvida a criticidade e com visibilidade nas ações políticas, pedagógicas e administrativas e isso é o que se discute nessa pesquisa.

O trabalho aqui desenvolvido mostra que uma das ações possíveis para o aluno obter sucesso cognitivamente e desenvolver-se crítica e politicamente é permitir ao aluno se manifestar artisticamente. Isso por si só estimula a participação e aguça a curiosidade.

Aqui os alunos viram a matemática associada a um contexto histórico-social. Vivenciaram uma história em que os personagens, intelectuais de sua época e importantes matemáticos e desenvolvedores da ciência, são pessoas com defeitos e virtudes, passíveis de falhas de caráter e que tiveram que lidar com frustrações.

Esta pesquisa se inspira em trabalhos interdisciplinares desenvolvidos no CMRJ, quando os alunos buscam informações a partir de algum tema motivador e apresentam o resultado artisticamente. Essa manifestação artística é, em sua maioria das vezes, um teatro.

A atividade faz os alunos trabalharem interdisciplinarmente. A partir de um tema da história da matemática (História e Matemática) pesquisam (habilidade importante para todas as disciplinas, sem exceção) e redigem um texto (Português) no qual se obrigam a conhecer os personagens, seus costumes, sua época, sua localização (Geografia). Como o tema envolve personagens que são matemáticos, numa época em que é comum os indivíduos se envolverem em diversas áreas do conhecimento, os alunos têm, também, contato com a história das ciências em geral.

Aspectos filosóficos e sociológicos aparecem naturalmente na história real e são discutidas durante as encenações, com a preocupação dos discentes como “o mal não pode vencer o bem” (fala da aluna Luana durante as encenações), “pense no sucesso, na glória, no dinheiro, nas mulheres!” (fala do personagem demônio). A peça já abre com um tema polêmico e contemporâneo, muito discutido em redes sociais e outras mídias durante a realização dessa atividade, a respeito do tratamento psicológico a homossexuais, objetivando uma possível cura.

Esse tipo de trabalho aproveita o envolvimento dos alunos no que concerne a apresentações teatrais para atrair o interesse tanto daqueles mais simpáticos às ciências sociais e humanas como também daqueles mais ligados às ciências exatas, formando um só grupo.

Mesmo o tema escolhido envolvendo um conteúdo estranho ao ano de ensino dos alunos, esses se mostram curiosos, independente do entendimento das equações de 3º grau ou de 4º grau. Tanto os que têm interesse pela matemática como aqueles avessos às ciências exatas, a partir dos fatos vivenciados, potencializam seu interesse por essa disciplina, tornando-a mais concreta, ainda que os fatos tratem de assuntos abstratos.

E essa é uma comparação importante: assim como a álgebra, os números reais e os números complexos são abstratos, representar um personagem do século XVI é também abstrato. O ator (no caso o aluno) vivencia uma realidade que não é a sua, o que o obriga a abstrair, habilidade importante, também, para todas as disciplinas.

Durante os ensaios, na apresentação e na avaliação do trabalho, a alegria é evidente, o que torna as aulas regulares mais pessoais. Mesmo aqueles que não têm participação mais efetiva percebem o entorno e se sentem mais à vontade para expor ideias e conflitos pessoais; a relação professor-aluno ganha em confiança e intimidade. Representar permite vencer a timidez, para os mais recatados ou extravazar energia, para os mais agitados.

A história de Cardano e Tartaglia, a despeito de juízo de valores ou julgamentos passíveis que cabem no contexto elencado, dá aos alunos a percepção que a matemática não nasceu na Academia, é temporal e está sujeita a interferências políticas, humanas e sociais. E entender a matemática assim como qualquer conhecimento em seus contextos sociais e temporais é fundamental quando existe o objetivo de desenvolver a criticidade dos alunos e efetivamente

prepará-los para atuar na sociedade de forma mais ampla, ainda que sua vida profissional esteja mais voltada para ciências exatas.

O imbróglio que é tema principal da trama desenvolvida na peça mostra para os alunos que a matemática surge a partir de pesquisas, se desenvolvendo aos poucos, de acordo com a necessidade ou motivações, muitas das vezes de ordem pessoal. É desenvolvida por pessoas comuns, que se valem de tentativas, erros e acertos. E que aspectos humanos estão muito presentes.

Durante o trabalho é defendido muito fortemente o argumento da importância da escola no desenvolvimento da criticidade dos discentes. E a criticidade é proeminente em todas as etapas da atividade aqui estudada. Para escolher o tema, pois o assunto deve ser relevante e atrativo; na busca por informações a respeito do tema, já que as fontes devem ser confiáveis; na escritura do texto há a preocupação com o vocabulário e com a história em si; nos ensaios quando cobram uns dos outros seriedade e se comprometem a ajudar os companheiros nas disciplinas que têm pendências; no dia da apresentação, com o comprometimento para tudo dar certo e especialmente com a falta do ator que faz o papel de Tartaglia. E na avaliação, quando se percebe que tudo deu certo.

Em todas essas etapas a criticidade está sendo trabalhada, posto que há decisões pessoais colocadas para o grupo e o grupo distribui tarefas a seus membros que têm que se posicionar. Lideranças despontam e o grupo aceitar e apoiar essas lideranças é também um fator que exalta o trabalho de desenvolvimento da criticidade.

O Clube de História da Matemática é criado a partir desse trabalho, funcionando agregado ao clube de matemática, espaço institucional do CMRJ já existente, e se propõe ser uma alternativa para desenvolver projetos similares, institucionais ou não, para que os alunos percebam a matemática, quando necessário, como uma ciência humana, e assim contribuir para o desenvolvimento do pensamento crítico, despertar o interesse para o ensino da matemática e aproximar esta ciência de suas realidades durante o segundo segmento do Ensino Fundamental e no Ensino Médio.

Vê-se que desenvolver pesquisas de fatos históricos ligados à matemática é uma excelente oportunidade dos docentes trabalharem interdisciplinarmente, o que atualmente tem sido explorado pelo Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) e por outros vestibulares.

A história é importante também para a percepção que os modelos, científicos ou humanísticos, atendem a interesses do poder dominante em determinado tempo e espaço.

Outro aspecto a respeito do tema escolhido pelos alunos para desenvolver a atividade e que ilustra a riqueza de possibilidades que trabalhos utilizando temas históricos permitem é a restrição do aprendizado da matemática a uma contextualização ao cotidiano próximo do aluno.

De acordo com a história, Cardano teria dito que os números complexos eram inúteis (e provavelmente eram na época). Hoje faz parte do cotidiano, apesar do indivíduo comum não atentar para isso. Eletricidade, eletrônica, aerodinâmica e estudo de fractais são alguns exemplos da aplicabilidade dos números complexos atualmente.

Isso sem falar que equações de 3º e 4º graus parecem totalmente inúteis, ainda mais quando se percebem indagações sobre a utilidade de equações quadráticas.

Ora, a matemática restrita ao cotidiano está fortemente ligada ao trabalho braçal ou à economia doméstica. Despreza-se o capital cultural acumulado nesta disciplina e tira-se de muitos alunos a oportunidade de aprofundar e/ou diversificar seus conhecimentos. O tema escolhido mostra claramente que o cotidiano depende de diversos fatores como, por exemplo, sociais, econômicos, científicos e políticos.

A escola é uma construção do ser humano e assume formas diferentes em cada sociedade, época e cultura, e por essa razão está permanentemente em mudança, exigindo dos educadores atenção para se manterem em consonância com a realidade. Se no processo de mudança os educadores se mantiverem alheios, todas as decisões serão infligidas e não atenderão ao propósito de formar cidadãos participativos e críticos, objetivo citado direta ou indiretamente nas legislações e diretrizes ligadas ao ensino.

A escola é a instituição em que a sociedade deposita as expectativas de formação educacional do indivíduo e onde, se espera, este vai formar grande parte do seu caráter, além de evoluir cognitivamente e ter plenitude no exercício de cidadania.

O desenvolvimento humano deve ser a ação norteadora de qualquer ação pedagógica ou administrativa, em qualquer nível. Tanto é assim que a Constituição

Federal e a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional são leis democráticas e orientam os brasileiros no sentido de formar indivíduos para exercer a cidadania.

A comunidade escolar, no caso aqui o CMRJ, deve ter interesse em formar, democraticamente, cidadãos críticos e politizados. Cidadãos estes que futuramente serão os defensores conscientes desta democracia, fechando, assim, o círculo formador de uma sociedade verdadeiramente democrática.

Há diversos temas interessantes que poderiam ser escolhidos pelos alunos e que podem ser explorados na mesma linha, como por exemplo “mulheres na matemática”, o número π , a história de George Pólya ou de Johannes Kepler. O leque de opções é grande e depende das motivações da instituição, do docente ou dos próprios alunos.

O CMRJ está buscando implementar o ensino por habilidades e competências. Uma proposta para estudo é verificar os conteúdos da matemática que efetivamente estão ligados à determinada habilidade ou competência e fazer um controle de dados para verificar o sucesso (ou insucesso) dessa modalidade de ensino.

Essa pesquisa tem como mote a fundação do Clube de História da Matemática no CMRJ. Essa pesquisa termina onde verdadeiramente começa.

REFERÊNCIAS

- ANGLIN, W. S. *Mathematics: a concise history and philosophy*. New York: Springer-Verlag, 1994.
- ARANHA, M. L. de A. *História da educação*. 2. ed. São Paulo: Moderna, 1996.
- ASSIS, Í. A. S.; HENRIQUE, I.; WILLIAN, J. *Equações de terceiro grau: aspecto histórico e algébrico*. [s.l, entre 2009 e 2012]. Disponível em: <http://www.italoaugusto.com/site_pt/pdf/eq3grau.pdf>. Acesso em: 18 jan. 2014.
- BASHMAKOVA, I.; SMIRNOVA, G. *The beginnings and evolution of algebra*. Washington: The Mathematical Association of America, 2000.
- BOBBIO, N. *O futuro da democracia*. 8. ed. rev. e atual. São Paulo: Paz e Terra, 2000.
- BORDIGNON, G.; GRACINDO, R. V. *Gestão da educação: o município e a escola*. In: FERREIRA, N. S. C. e AGUIAR, M. A. da S. (org.). *Gestão da educação: impasses, perspectivas e compromissos*. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2001.
- BOYER, Carl B. *História da matemática*. 3. ed. São Paulo: Blucher, 2012.
- BRASIL. Presidência da República. *Lei de diretrizes e bases da educação nacional* (Lei nº 9394, de 20 de dezembro de 1996). Brasília, 1996.
- COELHO, I. M. *A questão política do trabalho pedagógico*. In: BRANDÃO C. R. O *educador: vida e morte*. 5. ed. Rio de Janeiro: Graal, 1984. In: ARANHA, M. L. de A. *História da educação*. 2. ed. rev. e atual. São Paulo: Moderna, 1996.
- CUNHA, M. C. *História de del Ferro Tartaglia e Cardano*. 2 f. Trabalho final da disciplina História da Matemática Através de Problemas, Laboratório de Novas Tecnologias de Ensino, Instituto de Matemática e Estatística, Universidade Federal Fluminense, Botucatu, 2010. Disponível em: <<http://pt.slideshare.net/mcesarcunha/historia-de-del-ferro-tartaglia-e-cardano>>. Acesso em: 12 jan. 2014.
- D'AMBROSIO, U. *Transdisciplinaridade*. 3. ed. São Paulo: Palas Athena, 2012.
- _____. *Uma história concisa da Matemática no Brasil*. 2. ed. Petrópolis: Vozes, 2011.
- _____. *Cultural framing of mathematics teaching and learning*. In: BIEHLER, R.; SCHOLZ, R.W.; STRASSER, R. e WINKELMANN, B. (orgs.). *Ditactics of mathematics as a scientific discipline*. Dordrecht: Kluwe apud SKOVSMOSE, Ole. *Desafios da reflexão em educação matemática crítica*. Campinas: Papirus, 2008.

_____. *Mathematics and peace: our responsibilities*. Zentralblatt fur Didaktik der Mathematikl, 98(3), p.67-73 apud SKOVSMOSE, Ole. *Desafios da reflexão em educação matemática crítica*. Campinas: Papirus, 2008.

DAVIS, P. J. The Humanistic Aspects of Mathematics and Their Importance. In: WHITE, Alvin Murray. *Essays in Humanistic Mathematics*. Washington: The Mathematical Association of America, 1993.

DEDRON, P.; ITARD, J. *Mathematics and mathematicians*. London: Transworld, 1974. v.1.

DEWEY, J. *Arte como experiência*. São Paulo: Martins Fontes, 2010 apud POLIGICCHIO, Andrea Gonçalves. *Teatro: materialização da narrativa matemática*. 2011. 148 f. Dissertação (Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Educação. Área de Concentração: Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade de São Paulo, 2011.

EVES, H. *Great Moments in Mathematics (before 1650)*. Washington: The Mathematical Association of America, 1983.

FERREIRA, E. S. *Como usar a história de matemática na construção de uma educação matemática com significado*. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE HISTÓRIA DA MATEMÁTICA, 3, 1999, Vitória. *Anais...* Vitória: UFES, 1999. 22-33.

_____. *O uso da história da matemática nas aulas de cálculo*. In: ENCONTRO LUSO-BRASILEIRO DE HISTÓRIA DA MATEMÁTICA, 2 e SEMINÁRIO NACIONAL DE HISTÓRIA DA MATEMÁTICA, 2., 1997, Águas de São Pedro. *Anais...* Rio Claro: UNESP, 1997. p.153-155.

FIERZ, M. *Girolamo Cardano: (1501-1576); physician, natural philosopher, mathematician, astrologer, and interpreter of dreams*. Stuttgart: Birkhäuser, 1982.

FÓRMULA de Cardano e Tartaglia. [S.l.], 2012. Disponível em: <<http://www.trabalhosfeitos.com/ensaios/F%C3%B3rmula-De-Cardano-e-Tartaglia/513495.html>>. Acesso em: 15 jan. 2014.

FOUCAULT, M. *Vigiar e Punir: nascimento da prisão*. 26. ed. Petrópolis: Vozes, 2002.

GARBI, G. G. *A Rainha das Ciências: um passeio histórico pelo maravilhoso mundo da matemática*. 3. ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2009.

_____. *O romance das equações algébricas*. 3. ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2009.

GIARDINETTO, J. R. B. *Matemática Escolar e Matemática da Vida Cotidiana*. Campinas: Autores Associados, 1999.

GOLDEMBERG, M. *A arte de pesquisar: como fazer pesquisa qualitativa em Ciências Sociais*. 6. ed. Rio de Janeiro: Record, 2002.

GOLDSHMIDT, L. *Sonhar, pensar e criar: a educação como experiência estética*. Rio de Janeiro: Wak, 2004.

HAUCHECORNE, B.; SURATTEAU, D. *Des mathématiciens de A à Z*. Paris: Ellipses, 1996.

HORA, D. L. 9. ed. *Gestão democrática na escola: artes e ofícios da participação coletiva*. Campinas: Papyrus, 2002.

HUYGHE, R. Sentido e destino da arte. v.I. São Paulo: Martins Fontes, s/d., p.11 apud GOLDSHMIDT, L. *Sonhar, pensar e criar: a educação como experiência estética*. Rio de Janeiro: Wak, 2004.

ISEP. *Elaboração da dissertação de mestrado: algumas diretrizes*. Rio de Janeiro: Reflexus, 2001.

KRANZBERG, M. *Technology and history: Kranzberg's laws*. In: REYNOLDS, T.S.; CUTCLIFFE, S.H. (orgs.). *Technology and the West: A historical anthology from technology and culture*. Chicago: University of Chicago Press, p.5-20 apud SKOVSMOSE, Ole. *Desafios da reflexão em educação matemática crítica*. Campinas: Papyrus, 2008.

LORENZATO, S. *Para aprender matemática*. 2. ed. rev. Campinas: Autores Associados, 2008.

LÜDKE, M. e ANDRÉ, M. E. D. A. *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. São Paulo: EPU, 1986.

MASOTTI, A. *Atti Del Convengno in Onore Del Tartaglia*. Brescia : Ateneo di Brescia, 1962.

MASTIN, L. *Tartaglia, Cardano e Ferrari*. [S.I.], 2010. Disponível em: <http://www.storyofmathematics.com/16th_tartaglia.html>. Acesso em: 22 jan. 2014.

MIGUEL, A. Relações entre história e pedagogia da matemática. In: ENCONTRO LUSO-BRASILEIRO DE HISTÓRIA DA MATEMÁTICA, 2 e SEMINÁRIO NACIONAL DE HISTÓRIA DA MATEMÁTICA, 2., 1997, Águas de São Pedro. *Anais...* Rio Claro: UNESP, 1997. p.149-152.

MINAYO, M. C. S. (org.); DESLANDES, S. F. CRUZ NETO, O.; GOMES, R. *Pesquisa social: teoria, método e criatividade*. 21. ed.. Petrópolis: Vozes, 2002.

MUIR, J. *Of Men and Numbers: the story of the great mathematicians*. New York: Dodd, Mead, 1961.

ORE, O. *Cardano: the Gambling Scholar*. New Jersey: Princeton University Press, 1953.

PARO, V. H. *Administração escolar: introdução crítica*. 11. ed. São Paulo: Cortez, 2002.

_____. *Gestão democrática da escola pública*. 3. ed. São Paulo: Ática, 2001.

PINTO JUNIOR, U. *A História dos números complexos: das quantidades sofisticadas de Cardano às linhas orientadas de Argand*. 2009. 94 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

POLIGICCHIO, A. G. *Teatro: materialização da narrativa matemática*. 2011. 148 f. Dissertação (Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Educação. Área de Concentração: Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade de São Paulo, 2011.

ROONEY, A. *A História da Matemática: desde a criação das pirâmides até a exploração do infinito*. São Paulo: M.Books do Brasil Editora Ltda, 2012.

ROQUE, T. *História da matemática: uma visão crítica, desfazendo mitos e lendas*. Rio de Janeiro: Zahar, 2012.

SAVIANI, D. *Escola e democracia*. São Paulo: Cortez/Autores Associados, 1983 apud PARO, V. H. *Administração escolar: introdução crítica*. 11. ed. São Paulo: Cortez, 2002.

SCHUBRING, G. *Relações entre a história e o ensino da matemática*. In: ENCONTRO LUSO-BRASILEIRO DE HISTÓRIA DA MATEMÁTICA, 2 e SEMINÁRIO NACIONAL DE HISTÓRIA DA MATEMÁTICA, 2., 1997, Águas de São Pedro. *Anais...* Rio Claro: UNESP, 1997. p.157-163.

SKOVSMOSE, O. *Desafios da reflexão em educação matemática crítica*. Campinas: Papirus, 2008.

_____. *Cenários para investigação*. Rio Claro: Departamento de Matemática, 2000 apud SKOVSMOSE, O. *Desafios da reflexão em educação matemática crítica*. Campinas: Papirus, 2008.

SOUTO, R. M. A. *O valor didático da história da matemática: um estudo sobre seu significado entre professores do ensino fundamental*. In: ENCONTRO LUSO-BRASILEIRO DE HISTÓRIA DA MATEMÁTICA, 2 e SEMINÁRIO NACIONAL DE HISTÓRIA DA MATEMÁTICA, 2., 1997, Águas de São Pedro. *Anais...* Rio Claro: UNESP, 1997. p.355-360.

STEDALL, J. *From Cardano's great art to Lagrange's reflections: filling a gap in the history of algebra*. Zürich: European Mathematical Society, 2011.

TAHAN, M. *O homem que calculava*. 83. ed. Rio de Janeiro: Record, 2013.

THIOLLENT, M. *Metodologia da pesquisa-ação*. 12. ed. São Paulo: Cortez, 2003.

TYMOCZKO, T. Humanistic and utilitarian: aspects of Mathematics. In: WHITE, A. M. *Essays in Humanistic Mathematics*. Washington: The Mathematical Association of America, 1993.

_____. *Value judgments in mathematics: can we treat mathematics as an art?*. In: WHITE, Alvin Murray. *Essays in humanistic mathematics*. Washington: The Mathematical Association of America, 1993.

UNIVERSIDADE DE ST. ANDREWS. Escola de Matemática e Estatística. *Girolamo Cardano*. St Andrews, 1998. Disponível em: <<http://www-groups.dcs.st-and.ac.uk/~history/Mathematicians/Cardan.html>>. Acesso em: 9 jan. 2014.

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. Rede Sirius – Rede de Bibliotecas UERJ. *Roteiro para apresentação das teses e dissertações da Universidade do Estado do Rio de Janeiro*. 2. ed. Rio de Janeiro, 2012.

WAERDEN, B. L. *A History of Algebra: From al-Khwārizmī to Emmy Noether*. Berlin: Springer-Verlag, 1985.

ZUIN, E. S. L. *Aprendendo Matemática Através da História*. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE HISTÓRIA DA MATEMÁTICA, 3, 1999, Vitória. *Anais...* Vitória: UFES, 1999. 275-282.

ANEXO A – Peça escrita pelos alunos

A Disputa Autoral entre Cardano e Tartaglia

Autor: Nascimento.

Elenco: Fenna, Nunes, Luana, Fernanda, Dandara, Thiago, Nascimento, Sena, Thales.

Som e figurino: Julia.

Anjo: Hoje comentaremos sobre a briga que ocorreu entre os deputados Jean Wyllys e Marco Feliciano. Ambos discutiram sobre opção sexual. Feliciano defende que os gays precisam ser curados, já que a homossexualidade seria uma doença.

Demônio: Fique quieto! O problema hoje é outro. Mostraremos a história de Cardano e Tartaglia, dois famosos matemáticos.

Anjo: Ah, ok. Tudo começou na Universidade de Bolonha, quando Del Ferro...

Demônio: Já disse pra calar a boca! [Demônio retira o Anjo].

Troca cena.

Del Ferro, sentado a mesa fazendo cálculos, quando finalmente:

Del Ferro: Eureka!

Anjo entra em cena e interrompe Del Ferro, indo a seu ouvido e dizendo algo.

Del Ferro fala em voz alta:

Del Ferro: Quer dizer que só Arquimedes pode falar Eureka?

Anjo: Sim.

Del Ferro: Certo... Finalmente! Descobri a fórmula (da equação $ax^3+bx+c=0$).

Fior, um discípulo, chega à sala e pede o papel:

Fior: Deixe-me ver! Conseguiu terminar os cálculos finais?

Del Ferro: Nem acredito!

Fior: Mas isso me parece bem mais difícil que nós pensávamos!

Del Ferro: Realmente, tudo é muito complexo, difícil de imaginar.

Troca cena.

Fior está em sua casa, decidindo o que fazer com a fórmula que ele agora possui:

Fior: Com essa fórmula, posso conseguir muito prestígio. Talvez deva desafiar algum matemático renomado. Derrotá-lo em uma disputa seria bom para minha reputação. Posso tentar ligar para Tartaglia. Ouve dizer que ele não tem feito muita coisa.

Fior pega o telefone e liga:

Fior: Alô, Tartaglia?

Tartaglia: Quem fala?

Fior: Aqui é Fior. Sou matemático da Universidade de Bolonha.

Tartaglia: Ah sim, lembro de você. Mas uma pergunta simples: você está maluco?

Fior: Não, por que? Que pergunta estranha!

Tartaglia: É porque ainda não inventaram o telefone. Se quiser falar comigo, me encontra na Universidade, ok?

Fior: Certo. nos vemos depois então.

Troca cena.

Fior bate na porta da sala de Tartaglia na Universidade:

Fior: Estou com a ideia de fazer uma disputa.

Tartaglia: Ideia válida. Ouvi dizer que haverá um torneio aqui na Universidade daqui a alguns meses.

Fior: Ok. Vou verificar o calendário de atividades da Universidade e ligo para passar as novidades.

Tartaglia: Não! Já te avisei que não inventaram telefone.

Fior: Ok. Então eu mando uma carta mesmo.

Troca cena.

Fior e Tartaglia estão na Universidade, com um "Mestre de Cerimônias". Ambos passam muito tempo resolvendo as questões pelo outro propostas.

Mestre de Cerimônias: Hoje estamos aqui para mais um duelo de Matemática. Fior e Tartaglia terão duas horas para resolver as questões propostas pelo outro. Quem mais acertar, vence.

Enquanto Tartaglia consegue resolver todas, Fior tem dificuldade e perde o desafio.

Mestre de Cerimônias: e o vencedor é Tartaglia!

Troca cena.

Cardano está em sua sala na Universidade, quando chega Ferrari. Ambos se cumprimentam.

Ferrari: Quando estava entrando na Universidade, um motoboy, entregador de pizzas, me perguntou se eu sabia qual era a sua sala. Você pediu pizza?

Cardano: Está louco, Ferrari? Ainda nem inventaram moto.

Ferrari: Hum, sim, me desculpe. Da próxima vez eu falo que ele não existe.

Cardano: Ok, sem problemas

Intervalo de silêncio.

Cardano abaixa para ler algo de um papel e logo emenda:

Cardano: Lembra daquelas apostas que fiz em jogos?

Ferrari: Sim lembro. Lembro inclusive que você apostou um bom dinheiro.

Cardano: Exato. E ganhei novamente. Aqueles cálculos de probabilidade que eu desenvolvi estão rendendo um bom lucro.

Ferrari: Falando em lucro, ouvi dizer do duelo entre Fior e Tartaglia.

Cardano: Também ouvi. Quem ganhou?

Ferrari: Surpreendentemente, Tartaglia. Todos os cálculos propostos por Fior envolviam equações do tipo $ax^3+bx+c=0$. E Tartaglia ainda propôs equações $ax^3+bx^2+c=0$.

Cardano: Essa fórmula pode nos interessar. Tente marcar um encontro com ele naquele restaurante perto da Universidade. Talvez consigamos roubar essa fórmula.

Anjo e Demônio entram em cena, para discutir se não seria mais correto se Cardano tentasse obter a fórmula de maneira justa. Demônio (obviamente) vence.

Troca cena.

Cardano está esperando Tartaglia sentado à mesa do restaurante, quando este chega. Eles se cumprimentam e Tartaglia senta-se.

Cardano: Te chamei aqui para falar de seu duelo com Fior.

Tartaglia: De novo isso? Todo mundo está me procurando para falar disso. Se você quer as fórmulas, pode esquecer.

Tartaglia tenta se levantar, mas Cardano o segura pelo braço.

Cardano: Calma. Não se exalte, meu amigo gago. Estou aqui para batermos um papo amigável sobre o que aconteceu.

A garçonete chega.

Garçonete: O vinho que o senhor pediu [falando com Cardano].

Cardano: Ótimo! Por favor, sirva para mim e para meu amigo.

Tartaglia: Não obrigado. Eu não bebo.

Cardano: Faça questão. Pode servir, senhorita.

Corta a cena. Passa o cartaz de “Alguns copos depois”

Cardano está colocando mais vinho na taça de Tartaglia, que toma a garrafa de sua mão e começa a beber diretamente do gargalo. Tartaglia, bêbado, consegue falar sem gaguejar.

Tartaglia: Te considero muito, cara. Te considero pra caraca!

Cardano: Também gosto de você, Tartaglia. Também gosto de você... E por eu gostar tanto de você que quero te propor uma troca!

Tartaglia: Opa! Pode dizer!

Cardano: Percebeu que depois de beber isso você não está mais gago?

Tartaglia: É verdade!

Cardano: Se você me disser qual é a regra de resolução das equações, eu posso te dar a fórmula do fim da sua gagueira.

Tartaglia: Só se você prometer que não vai publicar!

Cardano: Claro que eu prometo, meu amigo.

Tartaglia: Ótimo. As fórmulas estão no carro.

Cardano: Haha. Mas ainda não existem carros.

Tartaglia: Hum. Sendo assim, vou pegar aqui na minha pasta.

Os papéis são entregues a Cardano.

Cardano: Mas aqui não tem nenhuma prova de que isso está correto.

Tartaglia: Quer moleza, senta no pudim! Hahahahaaha!

Troca cena.

Cardano chega na Universidade e fala com Ferrari:

Cardano: Consegui as regras do idiota. Agora precisamos encontrar as provas.

Ferrari: Sugiro que comecemos os cálculos o mais breve possível. Vou pegar alguns livros na biblioteca e já volto.

Corta a cena. Passa o cartaz de “Tempos depois”

Ferrari: Olha aqui o que eu achei nesse livro do Del Ferro. Parece que algumas das fórmulas que Tartaglia deu a você estão aqui.

Cardano: Deixe-me ver.

Cardano confere o livro.

Cardano: Inclusive é um bom início para começarmos a calcular algo mais avançado.

Cardano então começa a fazer cálculos baseados no livro de Del Ferro.

Cardano: Eureka! Conseguimos!

Mas o Anjo adverte como na primeira cena que apenas Arquimedes pode dizer eureka.

Anjo: Você não pode dizer eureka. Apenas Arquimedes pode dizer eureka!

Cardano: Que seja! Preciso começar logo a escrever meu livro para publicar isso.

Anjo: Hum, má escolha. Você prometeu a Tartaglia que não publicaria.

Demônio entra em cena e interrompe o Anjo.

Demônio: Pare de encher a cabeça de Cardano com besteiras! Ele quem pesquisou e descobriu a fórmula!

Anjo: Você sabe que isso não é verdade!

Demônio [para Cardano]: pense no sucesso, na glória, no dinheiro, nas mulheres!

Anjo [para Cardano]: você deve fazer o que é certo!

Demônio [para o Anjo]: Então vamos fazer uma aposta. Vamos jogar dados. Cardano segue quem ganhar.

Demônio, espertamente, chega perto de Cardano.

Demônio: Me empreste aquelas suas folhas com cálculos de probabilidade. Preciso enganar aquele anjo otário.

Cardano passa as dicas e com os cálculos de probabilidades na mão o Demônio vence a aposta.

Cardano: Decidido. Vou publicar minha "descoberta" em meu próximo livro.

Troca cena.

Cardano já está com seu livro publicado.

Cardano: Finalmente minha maior obra! Serei reconhecido em todo mundo.

Enquanto comemora, Tartaglia bate na porta. Quando é aberta por Cardano, Tartaglia entra direto.

Tartaglia: Você prometeu! Fez um juramento dizendo que não publicaria.

Cardano: Mas eu não publiquei sua ideia, meu amigo gago. Apenas a usei como base em pesquisas.

Tartaglia: Você me enganou! Isso é um absurdo. Irei contatar as autoridades. Levarei o que você fez até as últimas consequências.

Troca cena.

Anos depois Tartaglia espera Cardano em um tribunal.

Tartaglia: Finalmente vou conseguir provar que a minha descoberta foi publicada!

Porém quem entra na sala é Ferrari.

Tartaglia: Onde está Cardano? Quero ver a cara dele quando ele for derrotado.

Ferrari: Nesse desafio de hoje, estou representando meu "mestre". Comecemos logo a disputa.

Cada um vai para uma mesa, sendo uma em frente a outra. São formados "times": Ferrari e Demônio de um lado, Tartaglia e Anjo do outro. Os times conversam entre si:

Ferrari: Vamos vencer logo essa disputa. Tartaglia mal sabe que nós já temos fórmulas muito mais avançadas.

Tartaglia: Vamos vencer com certeza, eles não tem chance!

Depois de algum tempo, Tartaglia é derrotado. Ele sai para um lado, se lamentando e Ferrari sai para o outro comemorando.

Troca cena.

Anos depois, Cardano está comemorando sua vida "bem sucedida". Porém, o Demônio lhe chama

Demônio: Vamos, Cardano.

Cardano: Vamos para onde?

Demônio: Ué, uma vida inteira me seguindo. Agora vamos juntos para o Inferno.

Cardano: Anjo, não deixe ele fazer isso comigo, eu não quero ir pro inferno!

Anjo: Não me seguiu a vida inteira, agora não tem volta. Tartaglia, #PartiuCéu

ANEXO B – Termo de Consentimento Informado

Obs.: O responsável por cada aluno participante mencionado ou cuja imagem está nesta pesquisa assinaram este termo.

TERMO DE CONSENTIMENTO INFORMADO

Eu, _____, por meio deste termo, declaro que concordo com a participação na pesquisa de dissertação de Mestrado do Professor Maurício Mendes do aluno _____, com temática sobre o desenvolvimento do clube de história da matemática no CMRJ, para o Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional – PROFMAT, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, sob a orientação da Professora Dra. Jeanne Denise Bezerra de Barros.

Estou ciente de que esta pesquisa tem finalidade acadêmica e suas conclusões poderão contribuir para o aperfeiçoamento de estudos sobre o ensino de matemática e para melhoria na qualidade da educação do CMRJ ou de outras instituições de ensino. O uso das informações e imagens são apenas para fins de pesquisa acadêmica (seminários, artigos, palestras, etc.).

Rio de Janeiro, 5 de setembro de 2014

Assinatura do Responsável do aluno

Assinatura do Pesquisador

Assinatura do Orientador