

A REGRESSÃO LINEAR DE GALTON: ATIVIDADES HISTÓRICAS PARA FUNÇÃO AFIM E ESTATÍSTICA BÁSICA USANDO PLANILHAS ELETRÔNICAS

GISELLE COSTA DE SOUSA¹, JULIANA MARIA SCHIVANI ALVES^{1,2}

¹Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)

²Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN)

<giselle@ccet.ufrn.br>, <juliana_schivane@hotmail.com>

DOI: 10.21439/conexoes.v9i4.936

Resumo. Este artigo é parte de uma pesquisa de mestrado profissional, da área de Ensino de Ciências e Matemática, que tem o objetivo de construir atividades pautadas na História da Matemática, executadas por meio da Investigação Matemática e das Tecnologias de Informação e Comunicação, para abordar e contextualizar conceitos de Função Afim e Estatística Básica no Ensino Médio. Trata-se de uma pesquisa qualitativa com enfoque na pesquisa ação. A partir do levantamento bibliográfico do contexto histórico de Francis Galton (1822-1911) e seus experimentos, que originaram a Regressão Linear (1875), foi elaborada e aplicada uma sequência de atividades para a 1ª série do Ensino Médio. Esta sequência é composta de duas atividades históricas solucionadas com o uso de um software de planilhas eletrônicas. Na primeira atividade, os alunos recriam o experimento de Galton para comparação das estaturas de pais e filhos. Logo, os estudantes coletaram dados e os analisaram a medida que foram diferenciando função de relação, variáveis, coeficientes linear e angular, crescimento da função e, aprendendo alguns conceitos de Estatística. Na segunda, realizaram um estudo comparativo das medidas corporais e de roupas, calçados e acessórios. Assim, os alunos investigaram situações reais de Funções Injetoras, Sobrejetoras e Bijetoras, além de diferenciar domínio de imagem e fazer estimativas das funções encontradas. O uso da tecnologia provocou motivação em estudar os conceitos matemáticos abordados e otimizou o tempo da construção dos gráficos, proporcionando mais espaço para investigação às questões apresentadas. Aliado a História da Matemática, estimulou a criatividade dos alunos na realização das atividades.

Palavras-chaves: Regressão Linear de Galton. Função Afim. Estatística. História da Matemática. TIC.

Abstract. This paper is part of a professional master's research, in the area of Science and Mathematics Teaching, which aims to create guided activities in the History of Mathematics, carried out through Mathematical Investigation, and Information and Communications Technologies, to encompass and contextualize concepts of Affine Function and Basic Statistics in High School. It is a qualitative research with emphasis on action research. From the literature about the historical context of Francis Galton (1822-1911) and his experiments, which originated the Linear Regression (1875), it was elaborated and implemented a sequence of activities to students of the first year of High School. This sequence is composed of two historical activities solved using an electronic spreadsheet software. In the first activity, the students recreated Galton's experiment for comparison between the stature of parents and children. Then, the students collected data and analyzed them as they distinguished function from relation, variables, linear and angular coefficients and function growth, learning some Statistics concepts. In the second activity, they conducted a comparative study of the body, clothes, shoes and accessories measurements. This way, the students investigated real situations of Injective, Surjective and Bijective Functions, distinguished domain from image, and made estimates of the functions. The use of technology raised motivation to study the addressed mathematical concepts and optimized the time to create graphs, promoting more space to investigate the presented questions. Combined with the History of Mathematics, it stimulated the creativity of the students and the performance of the activities.

Keywords: Galton's Linear Regression. Affine Function. Statistics. History of Mathematics. ICT.

Conex. Ci. e Tecnol. Fortaleza/CE, v. 9, n. 4, p. 26 - 36, dez. 2015

1 INTRODUÇÃO

Documentos oficiais da educação básica, como PCN e OCN, recomendam o trabalho significativo ao ensinar funções e Estatística (BRASIL, 2002). A importância do aprendizado desses conteúdos para os alunos vai desde a sua preparação para exames que os garantam a entrada na faculdade, até as habilidades que podem ser desenvolvidas para formação do cidadão e para o mercado de trabalho a partir da sua aplicação na resolução de problemas da vida cotidiana deste estudante.

Este trabalho é fruto de uma dissertação de Mestrado em andamento, cujo objetivo é responder a pergunta: Como abordar os conceitos de Função Afim e Estatística Básica com base na história da Regressão Linear usando um *software* de planilhas eletrônicas?

Optamos pela escolha do trabalho com a História da Matemática (HM) por ser uma tendência matemática capaz de responder inquietudes dos alunos, tais como: Por que a gente está estudando isso? Quem inventou isso? Para que isso serve? (MIGUEL; MIORIM, 2008, p. 109) explicam que: “a história pode ser nossa grande aliada quanto a explicação desses porquês, desde que possamos incorporar às atividades de ensino-aprendizagem aspectos históricos necessários a solução desse obstáculo”.

Além disso, o uso da HM pode desmistificar a ideia comum que os estudantes têm da Matemática como uma ciência pronta e acabada, destinada a poucos elitizados, pois, quando se impõe precocemente o formalismo matemático e a Matemática destituída de sua história, automaticamente se exclui a etapa da estruturação do pensamento do aluno (MEDEIROS, 2005).

Negar inicialmente, o simbolismo e dar sentido e significado ao fazer matemático é o objetivo da História Significado de Miguel (1993). Não estamos querendo desvalorizar as notações matemáticas. Reconhecemos sua importância e necessidade para os cálculos. Defendemos que nesta etapa do aprendizado, não seja o primeiro contato do aluno, mas que antes disso, ele possa definir/compreender cada conceito estudado. Uma utilização adequada da História, portanto, poderia levar o estudante a perceber:

1. que a matemática é uma criação humana;
2. as razões pelas quais as pessoas fazem matemática;
3. as conexões existentes entre a matemática e filosofia, matemática e religião, matemática e o mundo físico e matemática e Lógica;
4. que necessidades práticas, sociais, econômicas e físicas frequentemente servem de estímulo ao desenvolvimento de ideias matemáticas;
5. que a curiosidade estritamente intelectual, isto é, que aquele tipo de conhecimento que se produz

tendo como base a questão ‘O que aconteceria se...?’, pode levar à generalização e extensão de ideias e teorias;

6. que as percepções que os matemáticos tem do próprio objeto da matemática mudam e se desenvolvem ao longo do tempo;
7. a natureza e o papel desempenhado pela abstração e generalização na história do pensamento matemático;
8. a natureza de uma estrutura, de uma axiomatização e de uma prova (MIGUEL, 1993, p. 76)

Devemos deixar claro, também, que a proposta não é de promover a História pela História, mas sim, uma História que promova a aprendizagem a partir das vivências e experimentos refletidos pelos próprios estudantes (MIGUEL; MIORIM, 2008). Com isso, incluímos nas atividades históricas (uso da HM), a Investigação Matemática (IM) apoiada pelas Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC). Essas três vertentes permitirão que o aluno (re)crie experimentos matemáticos realizados na época (em que conceitos ou conteúdos foram desenvolvidos); reflita tal como o matemático estudado e; chegue a resultados tal como o matemático chegou, porém, em uma quantidade de tempo menor a partir da otimização de recursos tecnológicos. Essa redução do tempo (otimização) da (re)criação histórica será possível por meio do uso das TIC. Autores como Borba (2010), Ponte (1995) e Fauvel e Maane (2002), defendem o uso de aparatos tecnológicos para o ensino da Matemática argumentando que estes recursos facilitam a análise dos resultados e reservam um tempo maior para a reflexão e conclusão. Neste sentido, os PCN também afirmam que: “as calculadoras e o computador ganham importância como instrumentos que permitem a abordagem de problemas com dados reais ao mesmo tempo que o aluno pode ter a oportunidade de se familiarizar com as máquinas e os *softwares*.” (BRASIL, 2002, p. 127). Lembramos que o computador, por si só, não garante o aprendizado do aluno. Assim, condicionamos seu uso ao processo de IM. Para Ponte, Brocado e Oliveira (2013, p.13), “investigar é procurar conhecer o que não se sabe”. Os autores listam as etapas da realização de uma investigação, a saber: exploração e formulação de questões, onde o aluno irá reconhecer a situação problemática; organização dos dados e formulação de conjecturas na tentativa de resolver o problema; testagem das conjecturas e reformulação das mesmas; e a etapa de avaliação e justificativas das soluções encontradas.

Seguimos, então, a linha recomendada por Miguel e Miorim (2008) quando sugerem que o professor não refaça, com os alunos, os passos percorridos pelo matemático para a criação ou descoberta de um conceito. Os

autores afirmam que este é um modo estático de usar a HM para o ensino e que pode até trazer problemas. O professor deve,

utilizar a história de um modo mais aliado às condições reais em que os estudantes se encontram, ou seja, a partir da incorporação dos aspectos socioculturais pelos quais os estudantes compreendem e explicam a sua realidade. Além disso, pode lançar mão de outros instrumentos de aprendizagem que enfatizem no processo de construção histórica, uma dinâmica cultural existente no conhecimento matemático construído. (MEDEIROS; et al, 2009, p.112)

Diante das potencialidades da HM atreladas a IM com o auxílio das TIC, como posto, elaboramos um caderno de atividades pautadas na HM (particularmente, Regressão Linear) para abordar, de forma contextualizada, os conceitos de Função Afim e Estatística Básica, na 1ª série do Ensino Médio, amparados por um *software* de planilhas eletrônicas (Excel).

Veremos a seguir, como essas atividades foram elaboradas e o resultado deste produto.

2 METODOLOGIA/ MATERIAIS E MÉTODOS

Realizamos uma pesquisa qualitativa nas perspectivas da pesquisa-ação, visto que se trata de um “processo investigativo de intervenção em que caminham juntas prática investigativa, prática reflexiva e prática educativa.” (FIORENTINI; LORENZATO, 2009, p.112 - 113). Neste caso, o pesquisador está a todo o tempo envolvido diretamente com o ambiente e com as pessoas observadas. Isso deixa os alunos à vontade para agir naturalmente, sem receios ou desconfianças, gerando conclusões mais verdadeiras para a pesquisa.

Utilizamos como instrumentos metodológicos: fotografias; análise documental (construções e respostas escritas e virtuais dos alunos); diário de campo para observações de comportamento dos sujeitos e transcrições de falas dos mesmos (identificados pelas iniciais de cada nome); questionário semiestruturado, aplicado antes e depois da realização das atividades; e avaliação escrita.

As análises se deram segundo as recomendações para uso de HM, TIC e IM.

Nas subseções que seguem, listamos as etapas para elaboração de uma atividade histórica, bem como a história da Regressão Linear e de Galton, que serviram de base para a criação das atividades propostas nesta pesquisa e que são descritas adiante.

2.1 Passos para Elaborar uma Atividade Histórica

Miguel (1993, p. 76) cita em sua tese que, a HM deve estar “associada a um conhecimento atualizado da Matemática e de suas aplicações”. Dessa forma, se faz importante se estabelecer conexões entre a história estudada e o cotidiano dos alunos. Como Fossa; Mendes e Valdés (2006, p.97) explicam: “queremos propor uma abordagem histórica que provoque no aluno uma reformulação da problematização histórica para o momento atual, considerando o contexto em que ele está inserido”.

Em suma, criar uma atividade pautada na história (atividade histórica), fonte de geração do conhecimento matemático implica em:

- i Escolher o conceito matemático a ser ensinado;
- ii Coletar informações históricas acerca não apenas da necessidade que levou à criação de tal conceito matemático, mas também, todo o contexto social, histórico, econômico, artístico, entre outros aspectos que permearam à época da criação, reconhecendo, assim, uma situação problemática, vista por Ponte, Brocado e Oliveira (2013) como a primeira etapa da IM;
- iii Usar as informações históricas não como um conto, mas sim, como um processo de recriação investigativo dos acontecimentos que levaram as conclusões, fórmulas e/ou conceitos matemáticos, relacionando-a, sempre que possível, com o contexto atual dos estudantes;
- iv Usar as TIC para otimizar o tempo das (re)criações, além de servir como uma ferramenta de auxílio na investigação, reflexão e comparação do que foi encontrado pelos estudantes e os resultados históricos conhecidos, conduzindo os estudantes às últimas etapas da IM de testar, reformular e validar as conjecturas.

Logo, tentando atender a todos esses objetivos e trazer todos os passos citados, elaboramos nossas atividades como resumo no subtópico a seguir.

2.2 As Atividades Históricas Propostas

Para a criação do nosso caderno de atividades históricas (produto educacional) seguimos os passos postos na seção anterior e chegamos a escolhas que aqui se justificam, a saber, o assunto foco das atividades propostas (Função Afim e Estatística Básica), o tópico e fonte histórica (Regressão Linear e Galton) e o público alvo (1ª série do ensino médio).

A escolha da Estatística e das Funções Afim vem da importância para a vida acadêmica e cotidiana dos alunos, sobretudo para alunos do ensino médio. Além disso, decorre da forte ligação, muitas vezes desconhecida, destes dois tópicos e que emerge de sua história a qual alude ao trabalho de Galton com a Regressão Linear. Outro motivo consiste no fato de entendermos que a Função Afim é o primeiro tipo de função que o estudante deste nível de ensino tem contato. Sua compreensão será um facilitador para o processo de aprendizagem dos demais tipos de funções, ou seja, é elemento unificador e integrador, sobretudo, a outras áreas e assuntos. Nesta óptica, as atividades foram pensadas para os estudantes da 1ª série do Ensino Médio.

Embora a Regressão Linear não esteja presente no currículo escolar, é possível adaptá-la para a Educação Básica. A abordagem desse conceito se faz importante visto que “a aprendizagem de Estatística fazendo Estatística é a chave da motivação” (CAMPOS; WODEWOTZKI; JACOBINI, 2013, p. 15). A história que a envolve mostra problemas com Estatística e Função Afim que podem ser explorados na atualidade num processo de uso da HM via TIC e IM. Retomando o pensamento de Miguel (1993), tais problemas não são exclusivamente matemáticos, mas de fato, relacionam-se com outras áreas da ciência, como filosofia, biologia e sociologia. O estudo da sua história também permite identificar as razões e necessidades que estimularam Galton a criar a Regressão Linear, evitando que o aluno pense que o conceito surgiu por mágica. Assim, segue o subtópico que apresenta, brevemente, os fatos históricos pesquisados.

2.2.1 Quem foi Francis Galton e como ele Descobriu a Regressão

Francis Galton (1822-1911) era fascinado por medidas, “media o tamanho de cabeças, narizes e membros, o número de vezes que as pessoas remexiam as mãos e os pés enquanto assistiam a uma aula” (MLODINOW, 2009, p. 171) e mediu até mesmo a ineficácia das orações através da observação do comportamento das pessoas (a frequência com que bocejavam ou batiam as pernas) nas igrejas enquanto acompanhavam uma missa. Galton era primo de Charles Darwin (1809-1882).

Em 1859, quando Galton tinha 37 anos, Darwin publicou *A origem das espécies*. Nela, ele explica sua Teoria da Evolução baseada na seleção natural das espécies.

Com base na seleção natural, Galton propôs a seleção artificial e criou a Eugenia. A palavra foi cunhada por Galton em 1833 a partir das palavras gregas *eu* (bom) e *genos* (nascimento). Seu objetivo era

melhorar a espécie humana com a procriação de casais selecionados.

Stepan (1991, p. 1) (tradução nossa) explica que a eugenia abrange:

os usos sociais para que o conhecimento da hereditariedade pudesse ser colocado de forma a atingir a meta de ‘melhor descoberta’. Outros, definiram eugenia como um movimento para ‘melhorar’ a raça humana ou, de fato, para preservar a ‘pureza’ de grupos particulares. Como ciência, a eugenia foi baseada na suposta nova compreensão das leis da hereditariedade humana. Como um movimento social, envolveu propostas que garantiu a sociedade uma melhoria constante da sua composição hereditária, incentivando a ‘encaixar’ os indivíduos em grupos e se reproduzirem.

Contudo, a eugenia não incentivava por meio da Matemática, da Estatística e da Biologia, apenas a procriação de casais de boas características, mas também, previa evitar a reprodução de casais com características degenerativas.

Embora não haja indícios de que Galton tenha sido condizente com os alemães, Mlodinow (2009) afirma que a expressão e algumas ideias eugênicas foram adotadas pelos nazistas.

Neste trabalho, não estamos interessados em saber se Galton tinha, ou não, boas intenções em melhorar a condição humana. Tampouco, adentraremos no contexto social e filosófico que essa ciência provoca. Sabemos que existe um complexo estritamente racista e preconceituoso envolvido nesta prática, porém, nos restringiremos aqui, a abordar e detalhar os aspectos matemáticos da criação (a Regressão Linear).

Galton também acreditava ser possível, os seres humanos herdarem dos seus antecessores as características intelectuais e não somente físicas. Em seu laboratório, fundado em 1864, em Londres, Galton arrumava os instrumentos para as medidas psicométricas e antropométricas em uma sala estreita (SCHULTZ; SCHULTZ, 2013). Durante seis anos, Galton “conseguiu 9000 registros familiares, muitos deles completos, que levaram dez anos para serem analisados” (CONT, 2008, p.204). Ele possuía as frequências observadas como provas de sua teoria, mas ainda necessitava de “descrever os mecanismos de transmissão tanto dos caracteres quanto dos talentos” (CONT, 2008, p.206). Assim, Galton descobriu a regressão à média. Foi este novo conceito que explicou o controle da estatura entre pais e filhos. Se a regressão à média não ocorre, os filhos de pais altos seriam ainda mais altos; os netos mais altos ainda e assim os seres humanos mais altos seriam cada vez mais altos (MLODINOW, 2009).

Na Figura 1, a seguir, podemos ver o gráfico original construído por Galton, em 1885, para representar seu estudo sobre a estatura de pais e filhos. Os pontos, representados por círculos, indicam os valores das alturas dos filhos e podem ser lidos na linha CD. A linha AB, com traços, representa a altura dos pais. Há ainda, uma linha horizontal no centro do gráfico, indicando a média das alturas. No lado direito, os valores indicam os desvios, em polegadas. No lado esquerdo, têm-se as medidas das alturas, também em polegadas. No gráfico, pode-se perceber que quando os pais são mais altos do que a média, os filhos tendem a ser menores do que eles e, quando os pais são mais baixos que a média, os filhos tendem a ser maiores do que eles (MEMORIA, 2004). Ou seja, as alturas dos pais e dos filhos Regridem à média.

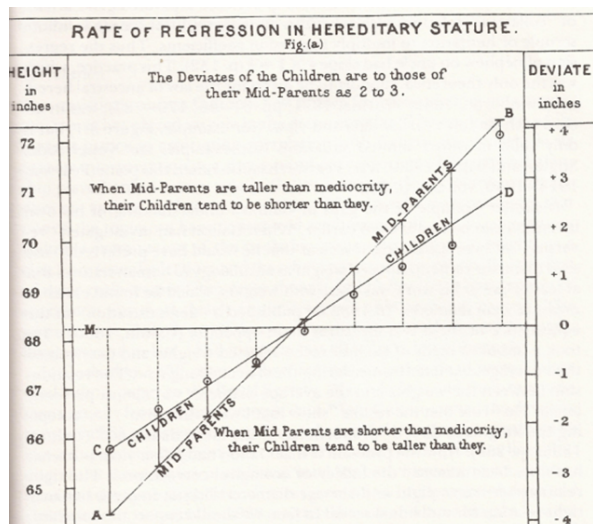


Figura 1: Linha de regressão construída por Galton ao observar a estatura de pais e filhos. Fonte: Stigler (1986, p.295).

Com base nestes fatos históricos envolvendo não só a Matemática, mas também a Biologia e a Estatística, na tentativa de resolver um problema social, conforme atesta Miguel (1993) propomos atividades que reconstituam o experimento de Galton e, por meio da IM, os estudantes possam coletar dados, analisá-los e concluir se Galton tinha mesmo razão ou não.

2.2.2 O Cronograma das Atividades Propostas

A seguir, nas Figuras 2 e 3, encontra-se o cronograma de uma das duas atividades propostas.

Propomos inicialmente, que os alunos, com o auxílio do professor, tomem ciência da vida e da obra de Francis Galton. Ao longo dessa exposição dialogada

Encontro:	Atividade realizada:	Local:
1º encontro	Estudo da vida e obra de Francis Galton (1822-1911), bem como, apresentação/introdução da proposta da atividade de recreação do experimento sobre Eugenia (1875). Encaminhamento de atividade extracurricular de coleta de dados realizada pelos alunos.	Laboratório de informática
2º encontro	Retomada e reunião dos dados coletados na atividade encaminhada no encontro anterior; Representação dos dados em um plano cartesiano (um para cada tipo de dado) em papel quadriculado; Ajuste de pontos em uma reta; Investigação da melhor função que representa a reta traçada; Fazer previsões com a função estimada.	Sala de aula com projeção
3º encontro	Inserir os dados coletados em um software de planilhas eletrônicas; Construir, no software, um gráfico de dispersão para cada conjunto de dados coletados; Verificar a função que o software fornece ao gráfico, comparando-a com a estimada manualmente, no encontro anterior; Fazer previsões com a nova função; Analisar os resultados criticamente, concluindo se Galton estava correto em sua teoria.	Laboratório de informática
4º encontro	Elaboração de um relatório (conforme roteiro disponibilizado na página 15) contendo todo o procedimento realizado na atividade de recreação do encontro histórico (experimento de Galton); Socialização e discussão dos resultados obtidos com a turma; Análises e conclusões.	Sala de aula com projeção

Figura 2: Cronograma da atividade 1. Fonte: Arquivo pessoal (2015).

Encontro:	Atividade realizada:	Local:
1º encontro	Pesquisa de como o experimento de Galton ainda está presente nos dias atuais; Formação dos grupos e escolha das novas variáveis (medidas do corpo humano e tamanho de roupas, calçados e acessórios) a estudar/trabalhar; Coleta de dados das variáveis escolhidas.	Sala de aula com projeção e som
2º encontro	Análise dos dados coletados.	Sala de aula
3º encontro	Representação dos dados em um gráfico de dispersão com recurso tecnológico; Estimativa da função; Previsões com a função estimada.	Laboratório de informática
4º encontro	Entrega de relatórios; Socialização e discussão dos resultados obtidos de cada grupo.	Sala de aula com projeção

Figura 3: Cronograma da atividade 2. Fonte: Arquivo pessoal (2015).

e investigativa de fatos históricos, os alunos também realizam pesquisas dos significados de palavras desconhecidas, refletem sobre os acontecimentos históricos e comparam com os dias atuais. Essa etapa pode ser realizada por meio de uma discussão com os alunos, lendo a biografia de Galton com a turma ou em grupos menores; ou ainda, em uma apresentação de slides. Também, pode ser realizada com acesso a internet no laboratório de informática ou uso de smartphone.

Após conhecerem o experimento realizado por Galton para comprovar sua teoria da seleção artificial e de como ele chegou a Regressão Linear, os alunos refazem tal experimento, adaptando-o a realidade atual. Eles coletam os seus dados e dos seus parentes e constroem, manualmente, os gráficos com os dados da turma.

Após as construções, ajustam os pontos em uma reta e, por meio dos conhecimentos prévios e básicos de Função Afim, estimam os valores dos coeficientes linear e angular da função de ajuste. O procedimento de construção do gráfico é repetido em um software de planilhas eletrônicas, utilizando, para isso, os mesmos dados. Agora, o ajuste da reta e a estimativa da função são realizados pelo próprio software.

Os estudantes compararam as duas construções (a manual e a realizada no programa) e analisam cada resultado encontrado, concluindo se Galton tinha ou não razão em suas teorias eugênicas, bem como, se suas construções e conjecturas estão corretas.

Optamos por construções primeiramente manuais e, posteriormente, usando os recursos tecnológicos por acreditarmos que, dessa maneira, a partir de uma comparação (de semelhanças e diferenças) dos resultados manuais com os gerados pelo recurso tecnológico, os alunos possam melhor analisar e concluir.

A segunda atividade proposta usa os momentos históricos vistos anteriormente. Tais informações serão aplicadas a um problema do cotidiano dos alunos: a relação das medidas do corpo humano com os tamanhos de roupas, calçados e acessórios. Para tanto, foram usados vídeos e reportagens atuais sobre o assunto.

Nesta atividade, o conceito de função é mais abrangente, sendo abordadas também, as funções injetoras, sobrejetoras e bijetoras; o domínio e a imagem de uma função; dentre outros conceitos matemáticos.

Recomendamos que cada encontro realizado seja composto de três aulas seguidas, com duração de 45 minutos, cada aula. Embora as atividades sejam destinadas a alunos da 1ª série do Ensino Médio, as mesmas podem ser facilmente adaptadas para o 9º ano do Ensino Fundamental.

2.3 Os Recursos Necessários

Procuramos elaborar as atividades de modo que qualquer professor pudesse executá-las com o mínimo de materiais necessários possíveis. Para a construção dos gráficos manuais, cada aluno deve dispor de papel quadriculado; lápis e régua. No laboratório de informática, os alunos precisarão de computadores com internet e um software de planilhas eletrônicas instalado (ou online), projetor multimídia e som. Para a coleta de dados, é necessária fita métrica para medir a altura e uma balança para saber a massa.

3 ALGUMAS ANÁLISES E RESULTADOS

Para validarmos a aplicação das atividades, recolhemos os cadernos de atividades dos alunos; anotações em diário de campo, falas dos alunos; usamos os arquivos eletrônicos do software de planilhas; tiramos fotos e recebemos relatórios de ambas as atividades.

Todos os alunos transcreveram trechos fieis da internet para responder o que era Eugenia. Contudo, na questão que perguntava sobre os problemas causados por este ramo da ciência, todos os alunos responderam com suas próprias palavras, dispensando o recurso da internet. Muitos alegaram que a resposta era óbvia. Este fato nos fez concluir que todos os discentes entenderam o significado do termo. Além disso, na resposta da questão acerca da relação da Matemática com a Eugenia, 54,5% dos alunos não acham que a Eugenia tem a ver com a Matemática. A justificativa para esta pergunta foi que este estudo se relaciona apenas com a Biologia. Dos restantes 45,5% que responderam ter a ver, 16% justificaram usando o termo probabilidade genética e 13% citaram medidas genéticas. Assim, pouco menos da metade dos alunos puderam perceber as relações existentes entre a Matemática e as outras áreas do conhecimento, como prevê Miguel (1993) ao citar as funções pedagógicas da História. A seguir, transcrevemos a fala de uma aluna em relação a esta questão:

Aluna PB: Professora, essa resposta é meio óbvia, porque para ter a Eugenia você precisa de um padrão e para ter esse padrão você precisa de números para medir. Logo, tem tudo a ver com a Matemática!

Alguns alunos ficaram incomodados com a diversidade de informações e outros até se divertiram com as respostas absurdas que encontraram. Podemos observar nas falas de alguns discentes a preocupação em obter informações confiáveis. Observe a transcrição a seguir:

Aluna AM: Professora, esse site é seguro mesmo? (Pesquisando no Infoescola)

Aluno JK: Professora, fui pesquisar no Yahoo e a resposta que eu encontrei foi de uma menina que disse assim: 'Eugenia sou eu, é o meu nome, eu sou gênica!' (risos)

Aluna PB: Professora, cada site diz uma coisa diferente. Eu ponho o quê?

Consideramos esse momento de seleção de informação muito produtivo, visto que, a informação por si só, nos traz uma série de dúvidas e procedimentos necessários para garantir a sua veracidade. Gustavo Reis, em uma palestra sobre inovação na educação, em 2012, comenta a respeito:

Esta quantidade infinita de informação que nos é oferecida hoje pelos mecanismos de busca se traduz, na prática, em conhecimento zero. Se não houver seleção de informação relevante e um estabelecimento de vínculo entre as informações relevantes, a informação infinita tende a zero na leitura do conhecimento (REIS, 2012).

Além disso, após reconhecer a situação problemática e formular questões, esta organização dos dados, formulação e testes de conjecturas também faz parte da IM.

Os professores devem ficar atentos à seleção de informação realizada pelos alunos. Se houver necessidade, o docente pode dar algumas dicas de como fazer uma boa pesquisa.

No fim do projeto/experimento da pesquisa, ao serem questionados sobre o grau de satisfação em pesquisar na internet, 45% dos alunos atribuíram nota dez (completamente satisfeitos). As notas mais baixas foram 4 e 6 pontos, atribuídas, cada uma, por um aluno (2,5%). Estes resultados comprovam as teorias de que a informática, de fato, causa interesse e motivação nos estudantes. Mais ainda, não substitui o docente, nem tira seu papel de orientar os alunos e garantir que eles aprendam com o auxílio do recurso tecnológico.

Quando leram a citação acerca dos instrumentos que Galton usou nas medições, logo um aluno recorreu à internet para pesquisar imagens do instrumento fotômetro, citado no texto. O interesse do aluno é constatado em sua fala:

Aluno PT: Professora, esse fotômetro é muito chique! Pelo menos os de hoje. Vou pesquisar os de antigamente, péra aí.

Isso deu margem para outros alunos também fazerem a pesquisa que, embora não estivesse prevista na atividade, provocou a motivação que Fossa, Mendes e Valdés (2006) citam como vantagem ao se estudar HM.

Para recriar o experimento de Galton, pedimos que os alunos medissem a sua altura e massa e dos seus pais. A atividade precisou ser adaptada, pois alguns não moravam com seus pais ou eram adotados. Para tanto, nestes casos, pedimos dados de parentes mais próximos ou responsáveis. Todos os dados coletados foram usados pelos alunos para construir, manualmente, um gráfico de dispersão. Após, a construção, cada aluno inseriu uma reta ajustando-a da melhor forma possível a todos os pontos dispersos no plano cartesiano. Na sequência, o discente estimou a função de ajuste, que representava a reta traçada, usando os conhecimentos prévios sobre coeficiente angular e linear de função afim.

Alguns optaram por encontrar os coeficientes da função fazendo um sistema de equações com dois pontos pertencentes à reta traçada, escolhidos aleatoriamente. Esse fato nos chamou a atenção, uma vez que não havíamos dado essa possibilidade de cálculo. Dessa forma, vemos que é possível, com esta atividade, ir além do conteúdo de Função Afim e Estatística e trabalhar também outros assuntos, no caso, sistemas de equações lineares.

Além disso, é possível perceber a abertura a criação e possibilidade de inovação e pensamento próprio do aluno. Uma fala que julgamos interessante foi do aluno PT que, ao ser perguntado se a função do gráfico construído pode ser quadrática, respondeu de forma curiosa:

Aluno PT: Professora, pode ser quadrática sim! Porque ó (pegando o piloto e se dirigindo ao quadro branco): Se eu tiver os pontos assim (traçando os eixos x e y e colocando os pontos de forma a se ajustar em uma parábola) então vai passar uma parábola por eles, né?

Esse momento, na fala do aluno, revela a criatividade por ele alcançada, ao pensar na resposta. Isso só foi possível pelo fato da atividade passar por um processo investigativo em que levou os alunos a refletirem sobre suas ações e pensarem em outras hipóteses de solução para a questão apresentada. Trata-se da etapa das conjecturas presente na realização de uma investigação, descrita por Ponte, Brocardo e Oliveira (2013). Nessa etapa, o aluno organiza os dados, formula conjecturas e faz afirmações sobre elas. No caso descrito, o estudante reorganizou os pontos do gráfico de forma que fosse possível traçar uma parábola ao invés da reta.

Quanto às conclusões acerca da análise dos gráficos, construídos pelos alunos, obtemos diversas respostas conforme podemos ver nos diálogos a seguir.

Aluna PB: Se eu olhar para o gráfico eu vejo que a massa do filho aumenta conforme a da mãe, mas não necessariamente isso vai sempre acontecer porque eu posso ser bem magra e minha mãe gordinha ou vice versa.

Professora: Correto! Por isso que existem esses pontos fora da reta.

Na conclusão da aluna PB podemos verificar outra função pedagógica da História que Miguel (1993) cita como consequência das atividades históricas. Nesta fala, a aluna analisa a conclusão de Galton, afirmando que se trata da generalização de uma ideia que possuem exceções. Dessa maneira, a aluna percebeu que a curiosidade estritamente intelectual leva a generalização e extensão de ideias e teorias. Ela também percebeu que os pensamentos matemáticos mudam e se desenvolvem ao longo do tempo. Isto é, que a Matemática não é ciência pronta e acabada.

Já nos diálogos que seguem, fica claro que o professor conduziu os alunos à (re)descoberta do conhecimento incentivando-os a levantarem e testarem hipóteses através das investigações. Esta é uma forte recomendação de Fossa, Mendes e Valdes (2006). Os autores afirmam que esta ação faz com que os alunos pensem com acerto e usem o conhecimento aprendido com eficiência.

Aluno AD: Professora, nesse meu gráfico eu posso afirmar que os filhos demoram mais tempo para responder o jogo do que os parentes?.

Professora: O que você enxerga no tempo de resposta dos filhos? Aluno AD: Que está aumentando!

Professora: E dos parentes?

Aluno AD: Que também está aumentando!

Professora: Então o que você pode afirmar?

Aluno AD: Que dos dois aumentam!

Aluna GV: Professora, nessa aqui pergunta se a variável x pode ter mais de um correspondente. Eu acho que não, porque só existe uma mãe para um único filho.

Professora: Mas se existir outra mãe que tenha a mesma altura que esta aqui, por exemplo, como você vai colocar o ponto na reta?

Aluna GV: Nesse mesmo valor. Então pode existir mais de um correspondente, né? Só que na reta não porque ela tá em diagonal.

Ao concluírem as construções manuais e análises, os alunos voltaram ao laboratório de informática. Reconstruíram os gráficos, usando dessa vez, um *software* de planilhas eletrônicas. O *software* não só constrói o gráfico de dispersão, ao inserir o conjunto de pontos, como também ajusta tais pontos a uma reta e fornece a função de ajuste. Contudo, a função afim estimada pelo programa nem sempre condiz com o gráfico ajustado. Isso porque em alguns casos, a função é válida apenas para o intervalo de dados coletados, sem garantia de crescimento linear fora desse intervalo conhecido. Nestes casos, o conjunto de pontos traçados se ajusta

melhor a uma curva e assim, necessita de um ajuste não linear, isto é, usando funções exponenciais, logarítmicas ou outras que não seja a Função Afim.

Julgamos esse fato como extremamente positivo, pois os alunos ficaram intrigados com o *erro* mostrado pela *máquina* e, quiseram a todo custo, buscar uma resposta que justificasse o ocorrido, já que, para eles, a máquina nunca erra. Foi um momento de forte Investigação Matemática que fizeram os alunos criar diversas conjecturas e realizar inúmeros testes.

Mais uma vez comprovamos as potencialidades da IM e das TIC em nossas atividades históricas, levando os alunos a pensarem com acerto por meio de investigações, levantamento de hipóteses e testes. Ressaltamos, também, que esta faceta investigativa foi mais forte quando os alunos fizeram uso das tecnologias. O que nos reafirma que as TIC facilitam, de fato, a análise dos resultados e reservam um tempo maior para a reflexão de outros aspectos que não apenas a construção propriamente dita, mas o que a envolve.

Pensamos, também, que este ocorrido pode ser aproveitado para estudar outras funções, já que os gráficos geram pontos que se ajustam a casos não lineares. Isso nos mostra que o produto educacional por nós elaborado pode abranger, também, outros tipos de funções, caso seja de interesse do docente que o utilizar.

Ainda sobre os gráficos do *software* que não eram condizentes com a função ajustada, podemos pensar que quando o aluno não se atenta ao erro produzido no recurso tecnológico porque acredita fielmente na máquina, as TIC ganham uma desvantagem para o processo de ensino e aprendizagem da Matemática. Mas na realidade, a máquina irá executar o comando que o usuário der. Como já mencionado anteriormente por Silva (2010), o usuário que é o ser pensante, que deve julgar se o procedimento foi correto ou não.

No momento da socialização (última etapa da investigação matemática) da primeira atividade, todas as dúvidas foram esclarecidas e os equívocos ocorridos, corrigidos.

Na segunda atividade, os alunos escolheram uma medida do corpo humano e relacionaram com os tamanhos de roupa, calçados ou acessórios. O aluno MK ficou intrigado com a relação das letras com os tamanhos numéricos de cada peça de roupa. Para saber como esta comparação é feita, ele fez uma pesquisa na internet. Sua atitude vai ao encontro com o que Campos, Wodewotzki e Jacobini (2013) mencionam como habilidade adquirida ao estudar Estatística. O fato do estudante não tratar passivamente as informações que lhe são disponibilizadas significa dizer que o aluno possui a habilidade de avaliar criticamente uma informação.

Isso vai além dos conhecimentos matemáticos, estatísticos e do contexto do problema. O estudante, aqui, foi capaz de pensar sobre o que aprendeu e estava aprendendo, de forma crítica.

Percebemos que os conceitos de função e dependência de variáveis ficaram bem claros para os estudantes, visto que 72% dos alunos definiram corretamente função afim na avaliação final e os demais 28% embora não tenham definido, citaram todos os elementos que constituem e representam uma função afim, de forma correta. Também observamos que o aprendizado desses conceitos se fizeram presentes nos relatórios entregues após o término da segunda atividade. Na Figura 4 a seguir é possível ver trechos de relatórios de dois grupos distintos que comprova a nossa observação:

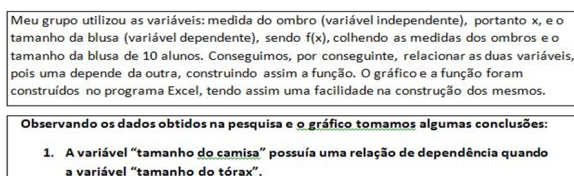


Figura 4: Trechos do segundo relatório entregue de dois grupos distintos. Fonte: Arquivo pessoal (2015).

Observe a Figura 5, a seguir.

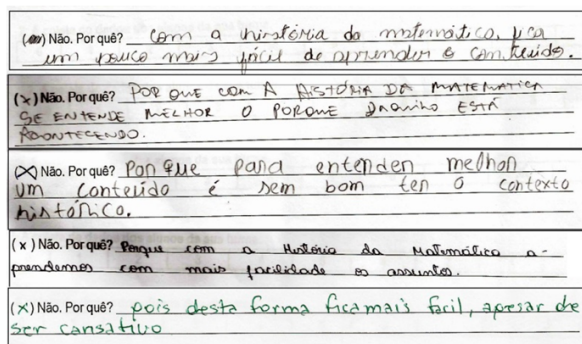


Figura 5: Resposta dos alunos acerca de estudar Matemática sem o uso da HM. Fonte: Arquivo pessoal (2015).

Mesmo apresentando dificuldades e cansaço, mais de 90% os estudantes, ao serem questionados sobre o grau de satisfação em conhecer a história de Galton e usá-la para aprender assuntos matemáticos, atribuíram notas maiores ou iguais a 5. Além disso, mais da metade da turma (57%) afirmou não preferir que os assuntos estudados fossem abordados sem a HM, justificando que a apesar de cansativo, ficou mais fácil aprender. Na Figura 5, são mostradas algumas das justificativas dos

alunos.

No item destinado a sugestões e opiniões, na metade dos relatórios entregues houve menção ao trabalho em grupo realizado. Os alunos julgaram proveitoso e que a troca de ideias entre os componentes facilitou o trabalho. A mesma quantidade (50%) também enfatizou que a atividade 2 foi mais divertida e interessante, uma vez que eles precisavam medir os próprios colegas de sala.

Na avaliação final, 65% dos estudantes pesquisados obtiveram nota acima ou superior a média de 60 pontos.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao nos depararmos com a história do matemático e estatístico, Francis Galton, conhecemos a Regressão Linear, um dos resultados de seus experimentos. A Regressão Linear surgiu dentro de um contexto eugênico, com o objetivo de estimular a procriação de casais selecionados e evitar que casais avaliados com características degenerativas, se reproduzissem. Embora seja um tema polêmico, buscamos nesta História, a matemática das Funções Afim e da Estatística, fortemente presente. Além disso, a importância que tais investigações propiciaram para o desenvolvimento destas ciências.

Miguel (1993, p. 69) afirma que "para se ter algum interesse por um processo é necessário conhecer um pouco da história e do benefício que se pode obter desse conhecimento". O saber da história de um conteúdo matemático é visto por muitos autores, tais como Fossa, Mendes, Miguel, dentre outros, como uma motivação para o processo de ensino-aprendizagem. Contudo, Miguel e Miorim (2008) lembram que o aspecto motivador de um problema não reside no fato de ser ele histórico, mas sim das suas relações com a vivência do estudante.

Justificamos o caráter motivador do tema escolhido por nós, pelo fato de estar relacionado a temas atuais. Realmente, o estudo antropométrico realizado por Galton para comprovar a sua teoria eugênica, deu origem não só a conceitos matemáticos e estatísticos, mas também, criou o método de reconhecimento digital e está intimamente ligado a padronização das medidas de roupas, calçados e acessórios. De fato, comprovamos em nossas análises e resultados de questionários, o interesse e motivação dos estudantes ao medirem seus colegas e a si próprios. Grupos foram além das pesquisas solicitadas, para descobrir o porquê da relação entre o tamanho das roupas em número (ou intervalo de números) e em letras. A atitude de alguns alunos, em pesquisar na internet, imagens dos instrumentos de medições usados por Galton, também comprovou a motivação que a história da obra do estatístico, causou na maioria dos estudantes.

Miguel (1993) ao citar as funções pedagógicas da História, afirma que sua utilização pode levar o estudante a perceber as conexões existentes entre a Matemática e outras ciências, e não, tratá-la de forma isolada. De fato, ao iniciarmos a aplicação da primeira atividade, antes mesmos que os alunos tomassem conhecimento sobre os conceitos matemáticos que iríamos abordar, 19 dos alunos, ao pesquisarem a definição do termo Eugenia, responderam que, embora fosse um conceito da Biologia, existia uma relação com a Matemática pelo fato de ter a ver com genética e medidas físicas.

O objetivo geral deste trabalho era construir um caderno de atividades históricas para abordar e contextualizar os conceitos de Função Afim e Estatística Básica com base na recriação de momentos históricos da Regressão Linear. Para tanto, elaboramos uma sequência de atividades históricas na perspectiva da Investigação Matemática, solucionadas com o auxílio das Tecnologias de Informação e Comunicação.

Trabalhamos assim, com três vertentes, HM, IM e TIC, de modo a humanizar os conceitos matemáticos estudados; torná-los mais significativos e; contextualizá-los tanto no passado quanto no presente.

Na aplicação da primeira atividade, ao comparar a função com a reta de ajuste, ambas estimadas pelo *software*, os alunos retomaram os conhecimentos prévios sobre os coeficientes linear e angular da Função Afim, bem como os gráficos originados deste tipo de função. Além disso, a internet permitiu que os alunos não se limitassem ao que estava sendo exposto na sala de aula. Grupos buscavam constantemente, significados e imagens de alguns termos que apareciam nas leituras históricas, muitas vezes, por conta própria, sem recomendação do professor, mas sim, pelo interesse e curiosidade em conhecer, bem como pela facilidade de pesquisar em um ambiente computacional. O uso da internet também foi útil para que os alunos aprendessem a selecionar informações corretas e não confiar em qualquer site pesquisado.

Claro que a HM e as TIC por si só não garantem o aprendizado do aluno. Por este motivo, na primeira e na segunda atividade propostas e aplicadas, elaboramos questões que permitiram os alunos investigarem a situação para, somente depois, responder. É na perspectiva da IM que o aluno pode aprender e aumentar seu interesse pela Matemática (FOSSA; MENDES; VALDES, 2006). Com gráficos construídos manualmente e com planilhas eletrônicas, os estudantes foram capazes de responder suas próprias dúvidas, bem como, formular e avaliar/testar hipóteses, etapas estas, previstas no processo de IM.

REFERÊNCIAS

- BORBA, M. de C. Softwares e internet na sala de aula de matemática brasil. In: *Anais do Encontro Nacional de Educação Matemática*. Salvador: , 2010. v. 10. Disponível em: <http://www.pucrs.br/famat/viali/tic_literatura/artigos/tics/marceloxenen.pdf>. Acesso em: 08 out. 2014.
- BRASIL. *Ministério da Educação. Parâmetros curriculares nacionais do ensino médio: matemática*. Brasília: Secretaria de Educação Fundamental, MEC/SEMTEC, 2002.
- BRITO, A. de J.; MIGUEL, A.; CARVALHO, D. L. de. *História da Matemática em Atividades Matemáticas*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2009.
- CAMPOS, C. R.; WODEWOTZKI, M. L. L.; JACOBINI, O. R. *Educação Estatística: teoria e prática em ambientes de modelagem matemática*. Belo Horizonte: Autêntica, 2013.
- CONT, V. D. Francis Galton: eugenia e hereditariedade. *Scientiae Studia*, SciELO Brasil, v. 6, n. 2, p. 201–218, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ss/v6n2/04.pdf>>. Acesso em: 31 out. 2014.
- FAUVEL, J.; MAANE, J. V. *History in Mathematics Education*. New York: Klumer Academic Publishers, 2002.
- FIORENTINI, D.; LORENZATO, S. *Investigação em educação matemática: percursos teóricos e metodológicos*. Campinas: Arquivo Pessoal Associados, 2009.
- FOSSA, J. A.; MENDES, I. A.; VALDES, J. E. N. A *História como um agente de cognição na Educação Matemática*. Porto Alegre: Sulina, 2006.
- MEDEIROS, C. Por uma educação matemática como intersubjetividade. In: BICUDO., M. A. (Ed.). *Educação Matemática*. São Paulo: Centauro, 2005.
- MEMORIA, J. M. P. *Breve História da Estatística*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. Disponível em: <www.im.ufrj.br/~lpbraga/prob1/historia_estadistica.pdf>. Acesso em: 10 out. 2014.
- MIGUEL, A. *Três estudos sobre História e Educação Matemática*. Tese (Doutorado em Educação) — Faculdade de Educação, Universidade de Campinas, Campinas, 1993. 361f.

MIGUEL, A.; MIORIM, M. A. *História da Educação Matemática: propostas e desafios*. Belo Horizonte: Autêntica, 2008.

MLODINOW, L. *O andar do bêbado: como o acaso determina nossas vidas*. Rio de Janeiro: Zahar, 2009. Tradução: Diego Alfaro.

PONTE, J. Novas tecnologias na aula de matemática. In: *Educação e Matemática*. Lisboa: APM, 1995. p. 2 – 7. Disponível em: <<http://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/4470/1/95-Ponte%20EM%2034.pdf>>. Acesso em: 31 out. 2014.

REIS, G. *Seja um fracassado: Gustavo Reis no TEDxUnisinos 2012*. 2012. Disponível em: <http://www.youtube.com/watch?v=ziQIxBjnYDQ&feature=player_embedded>. Acesso em: 24 jul. 2013.

SCHULTZ, D. P.; SCHULTZ, S. E. *História da Psicologia Moderna*. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

SILVA, M. A. R. R. *Adrien-Marie Legendre (1752-1833) e suas obras em Teoria dos Números*. Tese (Doutorado em Educação) — Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2010. 256 f.

STEPAN, N. L. *The hour of eugenics: race, gender, and nation in Latin América*. Ithaca/London: Cornell University Press, 1991.

STIGLER, S. M. *The history of statistics: the measurement of uncertainty before 1900*. Cambridge: Harvard University Press, 1986.