

O papel da planilha na mudança de registros em uma atividade de Cálculo Numérico

The role of the spreadsheet in changing records in a Numeric Calculation activity

MAGNUS CESAR ODY¹

LORI VIALI²

Resumo

O artigo apresenta um estudo envolvendo a planilha na promoção da Literacia Computacional e de conceitos de cálculo numérico. O propósito foi analisar sua relevância na compreensão dos conceitos envolvidos e como a mudança de registros colabora na resolução de uma atividade por estudantes da disciplina de cálculo numérico de uma Instituição de Ensino Superior do Vale do Paranhana, RS. A pesquisa de caráter qualitativo utilizou os Registros de Representação Semiótica de Duval e os conceitos de Literacia Computacional de Baker e Sugden. Perceberam-se avanços na compreensão dos conceitos matemáticos para além do aspecto superficial. A planilha permitiu um processo de conversão mais amplo, explorando uma situação-problema, interpolando-a e tomando decisões com base em estimativas, apesar das dificuldades iniciais enfrentadas na sua utilização.

Palavras-chave: *A planilha no ensino de matemática, Registros de Representação Semiótica, Cálculo Numérico.*

Abstract

This paper presents a study involving the spreadsheet in the promotion of computational literacy and in the learning of numerical calculation concepts. The purpose was to analyze the relevance in understanding the concepts involved and how the change of registers collaborates in the resolution of an activity by students of the discipline of numerical calculus of an Institution of Higher Education in Paranhana Valey, RS, Brazil. The qualitative research used Duval's Semiotic Representation Registers and Cano's Computational Literacy concepts. Advances were made in the understanding of mathematical concepts and the resolution of activity when changes occurred, especially between algebraic and graphical representations. The spreadsheet contributed to the development of skills in solving the problem, despite the initial difficulties encountered in its use.

Keywords: *Teaching mathematics with spreadsheet. Semiotic Representation Registers. Numerical Calculus.*

¹ Doutorando do PPGEDUCEM (Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática) da PUCRS - Professor da FACCAT (Faculdades Integradas de Taquara) - e-mail: magnusody@faccat.br

² Doutor: Professor titular da Escola de Ciências e professor permanente do PPGEDUCEM (Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática) da PUCRS - e-mail: viali@pucrs.br

Introdução

Em épocas em que há certa urgência das instituições acadêmicas em refletir sobre o que se ensina e o que se aprende, muito em função das disparidades encontradas entre as demandas da sociedade e as educacionais, acredita-se na possibilidade de usar diferentes recursos para diminuir distâncias e, paralelamente, contribuir na relação do aluno com o conteúdo do conhecimento.

Vivemos o terceiro grande momento da evolução humana, a informática (LÉVY, 1993) que iniciou com o desenvolvimento da oralidade e, posteriormente, a escrita. É cada vez maior o seu impacto no uso por diferentes áreas do conhecimento, não como um fim em si mesma, mas como um modo de interação entre a informação e a sociedade, o que contribui para otimizar tempo, diminuir distâncias e resolver problemas.

Contudo, há a necessidade de refletir sobre o uso da informática no contexto acadêmico, particularmente aqui tratada no ensino da matemática. Sabe-se das inúmeras possibilidades didáticas apresentadas por diversos recursos, todas relevantes. O que propomos é considerar o uso da planilha como um recurso na mudança de registros. Uma forma de aprender matemática no contexto do ensino superior para além das mudanças de registros realizadas manualmente.

No Brasil, são poucos os trabalhos que exploram este nível de ensino. Citamos as publicações de Viali (2005, 2007) que elaborou uma série de sugestões para explorar o ensino de probabilidade e estatística, respectivamente. Viali e Mercedes (2007) mostraram as potencialidades do ensino da geometria não euclidiana, especialmente fractais, com o uso da planilha.

Braga e Viali (2011) utilizaram a planilha para verificar suas potencialidades como recurso na compreensão dos conceitos das funções afim e quadrática. Exploraram atividades em que eram necessárias mudanças de registro, utilizando a teoria dos registros de representação semiótica de Raymond Duval.

Metodologia

Realizou-se no contexto acadêmico, tendo como sujeitos um grupo de 46 estudantes cursando a disciplina de cálculo numérico de uma Instituição de Ensino Superior (IES) da grande Porto Alegre. Pertencem aos cursos de Licenciatura Plena em Matemática (31) e Engenharia de Produção (15).

Caracteriza-se por uma abordagem qualitativa (DENZIN; LINCOLN, 2006), de natureza interpretativa e experiencial pelo fato de permitir a observação e participação direta do pesquisador, professor titular da turma. Por sua vez, a atividade teve uma duração de oito horas/aula, sendo realizada em dois encontros semanais de quatro horas/aula cada.

Como marco teórico, adotou-se a Teoria dos Registros de Representação Semiótica (DUVAL, 1988) e o uso da planilha (BAKER; SUGDEN, 2003) para o ensino e a aprendizagem em Matemática. Os dados foram coletados de dois modos. O *primeiro* consistiu na realização de um exercício pelos estudantes, apresentado na forma de situação-problema. Ocorreu o acompanhamento docente com intervenções mediadas durante toda a sua realização. Foram realizados registros escritos manualmente e aqueles realizados com o uso da planilha. Aqui, foram analisados os registros realizados na planilha, não omitindo as informações dadas pelos estudantes a respeito do registro manual.

Propôs resolver uma situação-problema envolvendo *ajuste de curvas pelo método dos quadrados mínimos*, um dos blocos de conceitos presentes no plano de estudos da disciplina de cálculo numérico. Foi executada por intermédio de cinco questões. Os acadêmicos foram divididos em grupos, num total de 10, contendo em média, quatro acadêmicos em cada. Este, necessariamente, deveria conter estudantes dos dois cursos. São analisadas as soluções encontradas por dois grupos, representando os demais, que apresentaram qualidades semelhantes nas respostas, apresentando uma interface visual adequada.

A atividade:

Uma indústria de calçados apresentou a produção dada pela tabela:

Tabela 1: Dados para a situação-problema

Ano	2012	2013	2014	2015
Milhares de pares	620	760	890	940

Fonte: a pesquisa

1. Utilizar o método dos mínimos quadrados para ajustar uma reta aos dados;
2. A reta encontrada representa um bom ajuste? Justifique apresentando os cálculos envolvidos;
3. Construir a tabela dos resíduos;
4. Construir o diagrama de dispersão para os dados e adicionando a linha de tendência, mostrando a equação e o coeficiente de determinação (explicação);

5. A empresa projeta um crescimento de 12,85% na produção para o próximo ano. Qual é a diferença entre essa projeção e a projeção pela função da linha ajustada? Qual projeção deve ser considerada? Justifique.

O *segundo* registro da coleta de dados foi por meio de uma questão disponibilizada para os estudantes no *Classroom*³: *Faça uma avaliação da sua percepção com relação ao uso da planilha (Excel) na resolução da atividade. Auxiliou na compreensão dos conceitos? Encontrou dificuldades? Quais?*

Consistiu em identificar as ocorrências emergidas em cada grupo tanto para o tratamento de um registro, nas dificuldades da aprendizagem em matemática e no uso da planilha. No último encontro, foi oportunizado um momento para o depoimento dos grupos. Após, foi sugerido a cada um, eleger um estudante para responder à questão e postá-la no *Classroom*. Mediante sorteio, em cinco grupos foi definido um estudante do curso de Licenciatura em Matemática e, nos demais um estudante do curso de Engenharia de Produção, somando 10 respostas submetidas.

A Planilha

Os usos de diferentes recursos informáticos para o ensino e a aprendizagem em Matemática vem recebendo interesse dos sistemas educacionais nas últimas décadas. As finalidades são diversas e dependem das características que cada um oferece para o usuário.

Boa parte deles possuem justificativas semelhantes: aumento na capacidade de aprendizagem; otimização do tempo destinado para a realização de exercícios mecânicos, permitindo um maior aproveitamento para discussões, desenvolvimento de habilidades e resolução de problemas; mudança de registro permitindo por meio da linguagem uma maior capacidade cognitiva de compreensão, raciocínio e argumentação; uso de diferentes aparelhos tecnológicos, incluindo dispositivos móveis, que fazem parte do cotidiano de muitos alunos (ARGANBRIGHT, 1985; BRAGA, VIALI, 2011).

A planilha é relevante em contextos de ensino e de aprendizagem em diferentes áreas. É muito raro que um computador com aplicativos de escritório instalados não tenha uma planilha. É evidenciada por seu reaparecimento contínuo em revistas acadêmicas e, de acordo com Baker e Sugden (2003), em nenhum outro lugar sua aplicação está se

³ A disciplina possui o ambiente como modo de compartilhar atividades e eventos.

tornando tão acentuada quanto no campo da educação. Isto decorre de suas características operacionais e seu baixo custo, pois é base instalada na maioria dos computadores (VIALI, 2004). O seu conhecimento básico é requisito para a alfabetização digital, assim como ocorre com os processadores de texto e os softwares de apresentação (ARGANBRIGHT, 1985).

Além de ser a principal ferramenta no mercado de trabalho (ARGANBRIGHT, 1985), possui razoável possibilidade de uso como meio de ensino e comunicação da matemática em diversos contextos, especialmente nos “negócios e no lar” (BAKER; SUGDEN, 2003).

Existem outros softwares disponibilizados para o ensino da Matemática, no entanto, possuem características particulares, exigem instalação pelo fato de não serem nativos dos sistemas operacionais e possuem aplicações específicas. Alguns exigem um bom investimento e, uma curva de aprendizagem nem sempre rápida e, com poucas exceções, não farão parte do universo profissional dos alunos.

O programa pioneiro de planilha foi a VisiCalc (*Visible Calculator*), lançada no ano de 1979 por Dan Bricklin com seu colega Bob Frankston. O primeiro criou o conceito e o segundo a programou. O propósito inicial foi auxiliar em uma tarefa acadêmica da Universidade de Harvard onde Bricklin frequentava (BAKER; SUGDEN, 2003).

Ambos criaram uma empresa para comercializar o produto⁴, contudo, no ano de 1982, Bricklin e Frankston venderam a VisiCalc para a Lotus Development Corporation, que desenvolveu a Lótus 1-2-3, uma planilha com mais funcionalidades, que além de cálculos, criava diagramas e gráficos e permitia tratamento de dados. Ainda na década de 1980, outros modelos de planilhas apareceram no mercado. Dentre elas citamos: a SuperCalc (Sistema Operacional CP/M), Multiplan (da Microsoft) e Quattro Pro (da Borland). Em 1985 a Microsoft lançou a sua planilha, o EXCEL, que aos poucos passou a dominar o mercado, eliminando praticamente toda a concorrência e perdurando até os dias de hoje (BAKER; SUGDEN, 2003).

A planilha permitiu uma mudança considerável no uso dos computadores, que passaram efetivamente a serem usados como instrumento de negócios, visto que, até então, a funcionalidade dos mesmos era limitada aos jogos e passatempos. Segundo Baker e Sugden (2003) a criação da planilha permitiu o desenvolvimento da microcomputação agregando valor de mercado ao hardware e desenvolvendo a indústria dos computadores

⁴ Dan Bricklin recebeu o prêmio *Grace Murray Hopper* no ano de 1981 pela criação da Visicalc.

personais. Sem a invenção da planilha, o impacto do computador pessoal poderia ter sido adiado por vários anos.

De acordo com Arganbright (2007), a partir da segunda metade da década de 1980, surgiram as primeiras experiências usando a planilha na educação, especialmente em Matemática. Foram atividades de tabulação e plotagem de funções; integração pela regra de Simpson; cálculos matriciais e resolução de Sistemas Algébricos Lineares (BAKER; SUGDEN, 2003).

Hoje, os recursos oferecidos implicam num conjunto considerável de possibilidades de exploração no ensino em praticamente todas as áreas do conhecimento. Em matemática, permite o tratamento e a análise de dados, criação de gráficos, tabelas, e, particularmente, como consequência o estudo de Funções, Matrizes, Determinantes e Sistemas Lineares, Estatística, Probabilidade, Trigonometria, Matemática Financeira, Sequências, Cálculo Numérico, Simulações, Jogos, etc.

O uso da planilha exige conhecimentos básicos de computação e programação Baker e Sugden (2003) pelo fato do usuário necessitar acionar, na maioria das situações, apenas comandos específicos para o computador realizar as tarefas.

Cano (1998) define alfabetização como o conhecimento de uma linguagem especial, a linguagem de programação como meio⁵, um processo de aquisição de habilidades para o uso de um certo tipo de lógica, o desenvolvimento de “processos cognitivos” (p. 167) mobilizados para a análise, a produção e a resolução de problemas.

Delval (1986) descreve algumas vantagens em usar a programação como a expressão precisa, a facilidade na compreensão dos conceitos a partir da depuração de erros a partir de uma atividade construtiva e o uso de pequenos procedimentos para solucionar problemas pontuais. Ao utilizar a planilha, todas as vantagens citadas podem ser exploradas, além de permitir uma reflexão constante pelo aluno dos procedimentos a serem programados ao realizar uma determinada tarefa.

Os Registros de Representação Semiótica

A teoria que trata dos registros de representação semiótica foi desenvolvida pelo filósofo e psicólogo francês Raymond Duval entre a década de 1970 a 1995 no Instituto de

⁵ Acreditamos no uso do computador como aprendizagem básica de suas ferramentas. A planilha é um recurso informático que encontra um fim em si mesma, permitindo olhares específicos da sua compreensão para fins no ensino e na aprendizagem de conteúdos de diferentes áreas do conhecimento. Não associamos nesse momento a programação como fim, que tem a finalidade de compreender uma linguagem de programação como finalidade última para a profissionalização informática.

Pesquisa em Educação Matemática (IREM), de Estrasburgo. Atualmente é professor emérito e trabalha na Universidade *du Littoral Côte d'Opale* na França. Considera estudos na psicologia cognitiva relativos aos registros mobilizados na aprendizagem em Matemática. Segundo Duval (2003) o papel dos registros é fundamental para a compreensão de conceitos. Neles, é possível identificar a linguagem usada para a resolução de um problema.

A compreensão em Matemática implica a capacidade de mudar de registro, o que para Duval (2016) resume-se em jamais confundir um objeto e sua representação. Diferentemente de outras áreas do conhecimento, muitas vezes o objeto matemático não é acessível perceptivamente ou instrumentalmente. O acesso aos objetos matemáticos passa necessariamente por representações semióticas. As diferenças entre atividade cognitiva na matemática e aquela de diversos domínios do conhecimento não deve ser procurada nos conceitos.

O insucesso na aprendizagem em matemática pelos alunos, em diferentes níveis de ensino, ocorre todas as vezes em que uma mudança de registro é necessária ou que a mobilização simultânea de dois registros é requerida. Em outras palavras, a maioria das representações é realizada na forma de monoregistros, o que impede os alunos de reconhecer o mesmo objeto matemático em duas representações diferentes, limitando a possibilidade de utilizar conhecimentos anteriores e explorar novas aprendizagens.

Duval (2016) aponta duas características relevantes para diferenciar a atividade cognitiva requerida pela matemática de outras áreas do conhecimento. A primeira mostra a importância das representações semióticas como condição para a evolução do pensamento matemático e a natureza do seu desenvolvimento ao longo do tempo. Para Duval, o tratamento matemático depende dos sistemas de representação utilizados e, os objetos matemáticos não são diretamente perceptíveis ou observáveis com a ajuda de instrumentos.

A segunda destaca a variedade de representações semióticas utilizadas em matemática, citando os sistemas de numeração, as figuras geométricas, as escritas algébricas e formais, as representações gráficas, a linguagem computacional, etc.

A atividade matemática possui sentido quando ocorre a mobilização simultânea de pelo menos dois registros, ou na “possibilidade de trocar a todo momento de registro de representação” (DUVAL, 2016, p. 14). Consideram-se os registros monofuncionais e os multifuncionais. Os primeiros consideram os tratamentos sendo realizados com algoritmos. Sua representação discursiva está apoiada em sistemas de escritas numéricas,

algébricas e simbólicas a não discursiva por meio de gráficos cartesianos contemplando mudanças de coordenadas, interpolação e extrapolação.

Nos registros multifuncionais o tratamento não são algoritmizáveis, ou seja, a representação discursiva propõe diferentes associações entre a língua natural, as verbais/conceituais, as formas de raciocinar através da argumentação por meio de observações, crenças e deduções. As representações não discursivas lançam mão da apreensão operatória e não somente perceptiva e principalmente a construção com instrumentos.

Outro aspecto importante da sua teoria é a compreensão das ideias de *tratamento* e *conversão*. Estes dois tipos de transformações de representações semióticas são diferentes. A transformação é compreendida com a mudança de uma representação semiótica em outra representação semiótica.

No *tratamento* ocorrem as transformações, porém elas estão inseridas no mesmo sistema, ou seja, o mesmo registro e congruência, para que os alunos possam compreender, mas estes, caracterizados como procedimentos de justificação. Por exemplo: realizar cálculos com o mesmo registro de escrita ou resolver equações ou um sistema de equações.

A *conversão* pressupõe mudança de sistema conservando a mesma referência aos objetos do conhecimento. Essa transformação não mantém a congruência justamente por mobilizar duas representações diferentes que realizam a conversão conservando o mesmo objeto estudado. Por exemplo: mudar a escrita algébrica de uma equação para a sua representação gráfica.

Duval pondera ao afirmar que a conversão, quando pensada somente como mudança de registro ou operação simples para tratar de modo diferente os dados, ou potencializar o ensino de matemática por meio de uma outra linguagem, traduz de forma irredutível a ideia de conversão.

Do ponto de vista cognitivo, “é a atividade de conversão que, ao contrário, aparece como atividade de transformação representacional fundamental, aquela que conduz aos mecanismos subjacentes à compreensão” (DUVAL, 2016, p. 17). Nesse sentido, não se pode confundir a mudança de registro realizada na conversão como uma simples mudança de código, ou seja, mudar a representação algébrica de uma reta, pela sua representação gráfica por meio de pontos no plano cartesiano.

Esse caso seria uma forma pontual e reduzida de conversão, caracterizada como uma tradução. Apresenta um aspecto “superficial” (DUVAL, 1988) que do ponto de vista da sua teoria não permite uma compreensão global e qualitativa para explorar, interpolar,

relacionar e tomar decisões a respeito da conversão realizada. Quando se muda do registro algébrico para o gráfico ou vice-versa, por exemplo, mudam-se as variáveis envolvidas, a visualização, o ângulo, os coeficientes, a inclinação, a escalas, etc.

Descrição e Análise

Para a resolução do exercício utilizou-se a planilha para avaliar as habilidades básicas no uso desse recurso e a capacidade de mobilização de diferentes aspectos cognitivos para resolver a atividade.

Inicialmente foram retomados os conceitos envolvidos e, após 15 minutos, apresentada a situação-problema. Identificou-se uma considerável mobilização dos grupos na identificação do problema e dos algoritmos a serem utilizados.

Dos 10 grupos, somente dois iniciaram diretamente com o uso da planilha. Os demais dividiram-se entre o caderno e a planilha. Para estes, a resolução na planilha estava condicionada aos resultados encontrados pelos cálculos no caderno.

Parte dos estudantes (18 dos 46) relataram apresentar insegurança no uso da planilha, particularmente os acadêmicos do curso de Licenciatura em Matemática. Esta, por sua vez, justificada pelo fato dos mesmos não conhecerem os procedimentos básicos, assim como os de computação e programação.

Nos primeiros minutos foi necessária a intervenção docente para mediar essas dificuldades que naturalmente foram sendo supridas pelo trabalho colaborativo realizado pelos grupos. Os próprios colegas foram auxiliando os outros na medida que suas próprias dúvidas eram sanadas.

A mudança de registro e representação que inicialmente mobilizou o uso do instrumento caderno e depois o uso da planilha ou os dois simultaneamente, permitiu que os acadêmicos percebessem a relevância da tecnologia na realização de inúmeras atividades cotidianas. No entanto, corroboramos com Duval (2016) quando percebemos a preferência de alguns acadêmicos pelo monoregistro e a dificuldade no reconhecimento de um mesmo objeto matemático em duas de suas representações diferentes, especialmente na transição.

Apesar da série temporal de dados não ser extensa, uma vez que envolveu apenas cinco pares de valores, o exercício realizado manualmente (caderno) levou um tempo considerável, pois foi necessário obter a soma das duas séries, bem como as somas dos quadrados e ainda a soma do produto das duas séries. Com a planilha, os cálculos ficaram

em segundo plano, visto que a necessidade maior foi usar a interface da planilha e mobilizar conhecimentos para digitar algumas fórmulas simples do ajuste linear, isto é, do modelo $y = \beta_0 + \beta_1 x$. Nesse caso é necessário estimar os valores dos parâmetros linear β_0 e angular β_1 do modelo. Isto pode ser feito por intermédio dos algoritmos:

$$\beta_1 = \frac{n \cdot \sum xi \cdot yi - \sum xi \sum yi}{n \cdot \sum xi^2 - (\sum xi)^2} \text{ para a inclinação e}$$

$$\beta_0 = \frac{\sum yi - (\sum xi) \cdot b_1}{n} \text{ para o intercepto.}$$

Já a qualidade do ajuste pode ser avaliada por intermédio do coeficiente de determinação (R^2), ou explicação, que mede o quanto a variável independente (X) explica a variável dependente (Y). Quanto mais próximo da unidade melhor será o ajuste. Se os valores do coeficiente forem iguais a 1, todos os pontos estarão sobre a linha, caso não, existirão diferenças verticais, resíduos, que poderão ser determinados, com a utilização do modelo.

$$R^2 = \frac{[\sum xi \cdot yi - \sum xi \cdot \sum yi / n]^2}{[\sum xi^2 - (\sum xi)^2 / n] \cdot [\sum yi^2 - (\sum yi)^2 / n]} \quad \text{sendo } 0 \leq R^2 \leq 1.$$

Após os cálculos, os grupos foram solicitados a obterem o diagrama de dispersão dos dados e a inserir a linha de tendência para terem um registro visual da aderência do modelo.

Os alunos ficaram surpresos com o fato de poderem manipular a planilha. Foram vários os motivos: identificar erros de digitação, corrigir os algoritmos (o que auxiliou muitos alunos na compreensão do procedimento, uma vez que com o processo manual isso não ocorreu); visualizar no diagrama de dispersão a linha ajustada e as distâncias verticais (resíduos) (observando o porquê da ocorrência de valores positivos negativos). Essa mudança de registro é útil para que o aluno tenha uma verificação visual de uma propriedade que na forma analítica poderia não ter significado. Assim, eles puderam constatar e entender o motivo de a soma dos resíduos ser sempre zero.

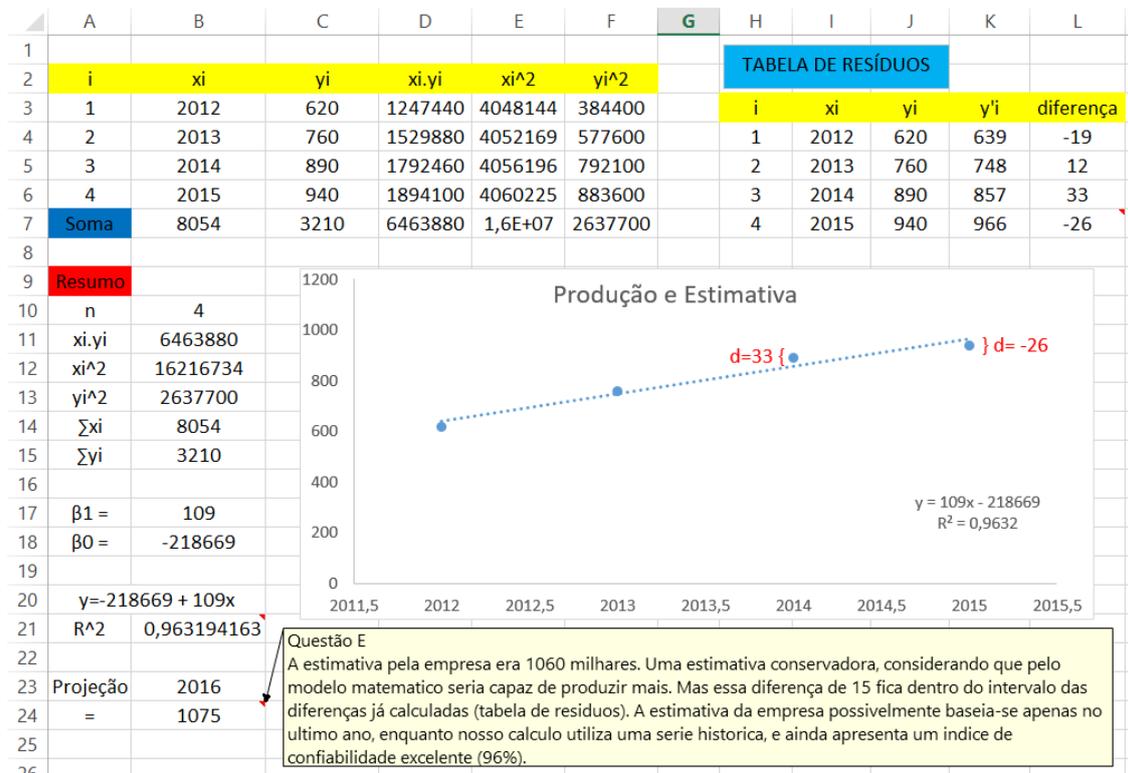
Três grupos também construíram o plano cartesiano no caderno, no entanto, comentaram sobre a dificuldade de determinar as escalas dos eixos, em virtude das discrepâncias dos valores das duas variáveis.

A quinta questão foi a que mais mobilizou discussões nos grupos, especialmente sobre a decisão de qual projeção considerar e como poderiam justificá-la. O objetivo foi o de

verificar se os alunos tinham compreendido a finalidade do modelo ajustado e se iriam considerar a sua aderência aos dados fornecidos pelo coeficiente de determinação que eles obtiveram.

A seguir são apresentadas as soluções realizadas por dois grupos:

Figura 1: Representação da solução da atividade (grupo 1)



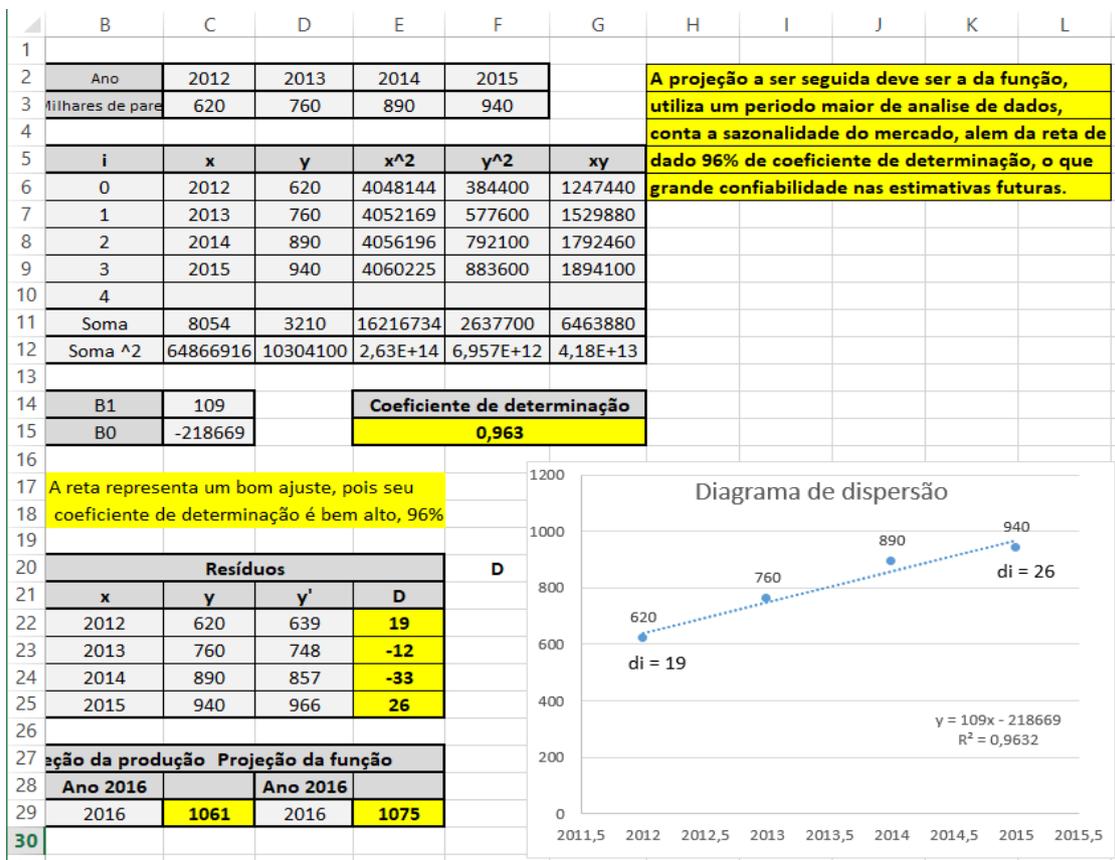
Fonte: alunos do grupo um.

Nessa representação é possível verificar na parte superior, em colunas, a identificação na forma de tabela do grupo dos pares $(x_i; y_i)$ que representam o ano e a quantidade de calçados produzidas (em milhares de pares). Ao lado os cálculos necessários para a determinação das estimativas do modelo linear. Na mesma tabela, a última linha, registra a soma de cada uma das colunas. Abaixo da tabela estão os totais necessários para a aplicação dos algoritmos para a obtenção dos parâmetros linear e angular, bem como, do coeficiente de determinação: $\beta_0 = -218669$, $\beta_1 = 109$ e $R^2 = 0,96$. A representação gráfica mostra a distribuição dos pontos e a linha de melhor ajuste obtida por um dos grupos de alunos. No diagrama, também, está ilustrado o valor dos resíduos de dois dos cinco pontos utilizados para a obtenção do modelo.

Observa-se que esse grupo identificou a função como $Y = -218669 + 109x$. Nessa representação, assim como na célula que identifica o R^2 é mostrado a possibilidade de acesso, pelo usuário, do comentário realizado pelo grupo naquela célula. No canto direito

inferior o grupo respondeu à questão cinco, mostrando que a projeção considerada pelo grupo foi por intermédio do modelo. Esse grupo encontrou o valor 1075 (1,075 milhão de pares, contra 1,06 milhão de pares projetados pela empresa).

Figura 2: Representação da solução da atividade (grupo 2)



Fonte: alunos do grupo 2.

Destaca-se o comentário feito por esse grupo para justificar a estimativa, alegando que a empresa considerou apenas o último ano, não levando em conta a série histórica que teve um crescimento linear bastante aderente, ao mencionarem os 96% do valor do coeficiente de explicação.

A Figura 2 apresenta características de resolução semelhantes ao primeiro exemplo. Destaca-se novamente o comentário realizado pelo grupo para justificar a escolha na questão cinco. Citaram a sazonalidade do mercado como parte da justificativa, o fato da função representar um período maior de dados e de que o coeficiente de determinação mostrava um valor alto de aderência.

No exercício verificamos que apesar das dificuldades na mudança de registro, em parte associadas ao uso da planilha, na execução dos cálculos e construção dos gráficos no

caderno, ocorreu um processo de conversão não limitada a estas mudanças (DUVAL, 2016).

Os acadêmicos não realizaram somente uma mudança de código ou tradução da representação algébrica para gráfica (ou vice-versa), denominada como aspecto superficial por Duval. Compreendemos que o exercício permitiu um processo de conversão mais amplo, com a possibilidade de explorar a situação-problema, interpolando-a e tomando decisões com base em estimativas.

O tratamento dado aos registros quando realizado no caderno, permite uma série de imprecisões (letra, espaços, escalas gráficas, representações numéricas) o que não funciona no computador, onde exige que o registro de entrada dos valores na planilha, seja realizado com a linguagem adequada.

Foram compreendidos os conceitos matemáticos envolvidos, rompendo a barreira do monoregistro com o uso do recurso computacional, que apesar de exigir a compreensão de uma linguagem específica, facilita na mudança de registros e no processo de conversão.

Acrescentamos a seguir seis respostas dadas pelos estudantes ao questionamento após a realização do exercício: *Faça uma avaliação da sua percepção com relação ao uso da planilha (Excel) na resolução da atividade. Auxiliou na compreensão dos conceitos? Encontrou dificuldades? Quais?*

Aluno 1/Licenciatura em Matemática - Infelizmente foi o primeiro contato que tive com a planilha, no último semestre da graduação, um recurso que poderia ser utilizado em outras disciplinas do curso. A utilização foi excelente, pois otimiza o tempo diminuindo a chance de erro em cálculos básicos, pois estes supõem-se que o aluno já tem a ciência de fazê-lo, voltando a atenção para o novo conteúdo estudado. Não tive problemas com a planilha, pois já utilizo no meu trabalho algumas fórmulas, para tabelar dados, comparar números e indicadores, assim como planilhas de cálculo.

Aluno 2/Licenciatura em Matemática - A utilização do Excel auxiliou na compreensão do conteúdo, porém penso ser necessário fazer primeiramente manual todo o exemplo e depois o mesmo ou outro exemplo na planilha.

Aluno 3/Engenharia de Produção - O uso das planilhas facilita o aprendizado e o entendimento dos conceitos apresentados em aula, assim como em outras disciplinas. A planilha agiliza a resolução dos cálculos e a confecção de gráficos, que são dinâmicos conforme as tabelas são atualizadas. Não encontrei dificuldade no uso das planilhas, pois são usadas funções básicas e de fácil entendimento.

Aluno 4/Licenciatura em Matemática - Gostei muito de trabalhar com o Excel nas aulas. Tenho um conhecimento bem grande nessa ferramenta, pois trabalhava com ela, vendo as aulas assim nessa disciplina conclui que para os alunos também irá facilitar muito, então para mim foi supertranquilo.

Aluno 5/Engenharia de Produção - Acredito ser extremamente válida a utilização da planilha eletrônica, pois com certeza auxilia na aplicação prática dos assuntos e temas aprendidos em sala de aula, até ampliando a capacidade de uso pelo aluno da planilha, que muitas vezes é utilizada apenas de forma básica. Pessoalmente, gosto de usar a planilha aplicada na matemática, pela facilidade de se criar as representações gráficas, e a economia de tempo gerada.

Aluno 6/Engenharia de Produção - Cada vez mais a tecnologia está presente em nossa vida, seja profissional, pessoal, acadêmica. A tecnologia traz junto pontos positivos e negativos. Em cálculo numérico usamos as planilhas para a resolução das atividades. Por um lado, essa ferramenta facilitou a compreensão dos conceitos porque eles são necessários ao usar o Excel e simplifica cálculos extensos e complexos. Encontrei dificuldades por falta de prática, mas aos poucos elas foram sendo esclarecidas.

Aluno 7/Licenciatura em Matemática - Bom, não acho que deixei de aprender os conteúdos propostos nas aulas por fazer as atividades com o auxílio do computador, pelo contrário, consegui aprender pelo método tradicional, cálculos usando o caderno e calculadora, mas também pude perceber o quanto o computador poderia e poderá auxiliar nos cálculos de maneira mais prazerosa, pois o auxílio do computador foi para resolver situações que muitas vezes apenas com a calculadora fica difícil e se não soubesse a regra, fórmula ou método com o computador não resolveria nada das atividades. Na minha opinião todas as aulas teriam que ser propostas com auxílio do computador, pois estamos inseridos num mundo cada vez mais tecnológico e temos que nos adaptar, aprender, essa ferramenta já faz parte do nosso cotidiano. Não encontrei dificuldade, apenas descobri novos mecanismos muito úteis e fantástico o que a matemática nos proporciona e mais ainda com uma ferramenta como essa, gostaria muito que eu pudesse também usá-lo nas minhas aulas, que pena.

Aluno 8/Licenciatura em Matemática – Acredito que o uso da planilha (Excel) tenha facilitado na compreensão das atividades, a partir dela é possível trazer para o meio digital conhecimentos que, muitas vezes, ficam apenas no conceito, na relação lápis-caderno. Trabalho com Excel no meu dia-a-dia, não tive muitas dificuldades, porém o fato de “criar fórmulas” necessita de uma certa concentração, uma vez que uma inserção incorreta pode ocasionar uma série de erros.

Aluno 9/Engenharia de Produção – A utilização do Excel facilitou o acesso a um resultado preciso e possibilitou a utilização de ferramentas diversas para uma compreensão mais dinâmica da relação entre os cálculos. O benefício tempo e organização também deve ser considerado, pois agilizou o processo de cálculos e compactou a ocupação espacial.

Aluno 10/Engenharia de Produção – Auxiliou muito na realização e compreensão do conteúdo, além de trazer agilidade para realização dos cálculos. Não encontrei dificuldades na realização das atividades na planilha Excel, quando tinha dúvidas todas foram sanadas pelo professor. Muito bom!

É possível identificar a valorização no uso da planilha na resolução do exercício com as justificativas de: otimizar o tempo, minimizar erros, apresentar resultados precisos, auxiliar na compreensão dos conceitos, na construção e representação gráfica e aplicação

prática, que corroboram as ideias de (BAKER; SUGDEN, 2003), assim como boa parte dos alunos relatar conhecer a planilha, inclusive usando no mercado de trabalho (ARGANBRIGHT, 1985).

Destacamos: parte da resposta dos *Alunos 1* ao lamentar ter o contato com esta ferramenta somente no final da graduação em Matemática, o que poderia ter auxiliado em outras disciplinas do curso; a resposta dada pelo *Aluno 2* como representante de tantos outros colegas, ao demonstrar a necessidade dos dois modos de resolução e registro; as dificuldades no registro e uso da planilha no depoimento do *Aluno 6*, justificando a falta de prática; o *Aluno 7* ao sugerir aulas de matemática voltadas ao uso do computador pelo fato de estarmos inseridos num mundo tecnológico, inclusive, lamentando que gostaria de usar e suas aulas; o *Aluno 9* ao descrever que o Excel facilitou a compreensão mais dinâmica da relação entre os cálculos (registros), citando os benefícios do tempo e da organização espacial.

Conclusão

É sabido que o exercício poderia ter sido feito inteiramente sem o recurso computacional, pois a quantidade de dados era pequena. Contudo, o propósito foi mostrar que o recurso computacional, além de fornecer maior agilidade na obtenção dos valores, também poderia resolver qualquer outro problema, com uma quantidade maior de valores.

Assim, um dos principais resultados do uso da tecnologia, é que ela resolve problemas de qualquer dimensão, em praticamente o mesmo tempo que resolveria um problema com poucos valores. Além disso, o uso da planilha facilita a mudança de registro que, por sua vez, promove a aprendizagem, pois segundo Duval, para que ela ocorra é necessário mobilizar no mínimo dois registros de um determinado conceito, especialmente num processo de conversão.

O recurso computacional colaborou com uma interação maior entre os alunos, pois aqueles que conseguiram primeiro compreender como realizar as tarefas, se mobilizam para auxiliar os colegas que ainda não o fizeram. Assim a tecnologia, além das vantagens já mencionadas, de facilitar a transformação entre os registros proporcionando a aprendizagem e a agilidade na determinação dos muitos algoritmos utilizados na disciplina de Cálculo Numérico, proporciona uma interação espontânea.

Os estudantes da licenciatura foram um pouco mais resistentes no uso da planilha, justificado pela dificuldade natural no uso e pela tradição dos cálculos manuais. De

qualquer forma, a planilha promoveu maior qualidade na aprendizagem mostrando ser relevante na educação, aproximando-se do mercado de trabalho, que para boa parte dos estudantes é realidade no contexto do ensino superior brasileiro. As mudanças de registro, tanto manual quanto na planilha, colaboram nas diferentes situações de aprendizagem relacionadas ao objeto de estudo.

Referências

- ARGANBRIGHT, D. *The Electronic Spreadsheet and Mathematical Algorithms*. The College Mathematical Journal 15, p. 148-57, 1984.
- ARGANBRIGHT, D. *Mathematical Applications of Electronic Spreadsheets*, McGraw-Hill, 1985.
- ARGANBRIGHT, D. Spreadsheets in Mathematics: Accessibility, Creativity, and Fun. The Electronic Journal of Mathematics and Technology, v. 1, n. 3, 2007.
- BAKER, John; SUGDEN, Stephen J. *Spreadsheets in Education – The First 25 Years*. Spreadsheets in Education (eJSiE). vol. 1, n. 1, article 2, 2003.
- BECKER, Fernando. *Epistemologia do professor de Matemática*. Petrópolis (RJ): Vozes, 2012.
- BORK, A. *El ordenador em la enseñanza*. Barcelona: Gustavo Gili, 1986.
- BRAGA, Elizabete Rambo; VIALI, Lori. *Função quadrática – análise das alterações gráficas mediante a modificação dos parâmetros da expressão algébrica*. X ENEM (Encontro Nacional de Educação Matemática). Salvador, Bahia, 2010.
- BRAGA, Elisabete Rambo. VIALI, Lori. A planilha como suporte à compreensão dos conceitos das funções afim e quadrática. *Unión (Revista Iberoamericana de Educación Matemática)*. n. 26, 2011, p. 57-71.
- CANO, C. A. Os recursos da informática e os contextos de ensino e aprendizagem. In: SANCHO, J. M. (org.). *Para uma Tecnologia Educacional*. Porto Alegre: Artmed, 1998.
- DELVAL, J. *Niños y Maquinas: los ordenadores y la educación*. Madrid: Alianza, 1986.
- DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. *O planejamento da pesquisa qualitativa: teorias e abordagens*. Porto Alegre: Artmed, 2006.
- DUVAL, Raymond. Registros de Representações Semióticas e Funcionamento Cognitivo da Compreensão em Matemática. In: MACHADO, Sílvia Dias Alcântara (org.). *Aprendizagem em Matemática: registros de representação semiótica*. Campinas: Papirus, 2016.
- DUVAL, Raymond. *Graphiques et équations: L’articulation de deux registres*. Annales de Didactique et des Sciences Cognitives, IREM de Strarsbourg, n. 1, p. 235-55, 1988.
- DUVAL, Raymond; MORETTI, Trad. Méricles Thadeu. Gráficos e equações: a articulação de dois registros. *Graphiques et équations: L’articulation de deux registres*. **Revemat: Revista Eletrônica de Educação Matemática**, Florianópolis, v. 6, n. 2, p. 96-112, maio 2012.

DUVAL, Raymond. *Registres de representation sémiotique et fonctionnement cognitif de lapensée*. Annales de Didactique et des Sciences Cognitives, IREM de Strarsbourg, v. 5, p. 37-65, 1993.

LÉVY, P. *As tecnologias da inteligência: o futuro do pensamento na era da informática*. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora 34, 1993.

VIALI, Lori; SILVA, Mercedes Matte. Os Fractais, a Planilha e o Triângulo Aritmético. *Anais do IV CIEM (Congresso Internacional de Ensino de Matemática)*. Canoas, RS, 2007.

ODY, Magnus Cesar. *Literacia Estatística e Probabilística no Ensino Médio*. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – PPGEDUCEM. PUCRS: Porto Alegre, 2013.

SANTOS, N. L.; GOMES, I. *Literacia: Da Escola ao Trabalho*, 2004. Disponível em: <<http://bdigital.ufp.pt/bitstream/10284/636/1/169-177FCHS2004-3.pdf>>. Acesso em: 16nov. 2016.

VIALI, Lori. Utilizando Recursos Computacionais (Planilhas) no Ensino de Cálculo de Probabilidades (capítulo 13). In: *Disciplinas Matemáticas em Cursos Superiores: Reflexões, Relatos, Propostas*. Helena Noronha Cury (org.). Porto Alegre: EDIPUCRS. p. 351-95, 2004.

VIALI, Lori. O ensino de probabilidade com recurso da planilha. *Anais do V CIBEM (Congresso Ibero-Americano de Educação Matemática)*. Porto, Portugal, 2005.

VIALI, Lori. Utilizando Simulação e Planilha na Aprendizagem da Estatística. *Anais do VII CIBEM (Congresso Ibero-Americano de Educação Matemática)*. Montevideu, Uruguai, p. 2156 – 62, 2013.

Texto recebido: 03/05/2018
Texto aprovado: 01/05/2019