TECNOLOGIAS INFORMACIONAIS E COMUNICACIONAIS NO ENSINO DE MATEMÁTICA: A produção de atividades investigativas num curso de Mestrado Profissional em Educação Matemática

Frederico da Silva REIS[1]; Davis Oliveira ALVES[2];
Alexandre Botelho BRITO[2]; Chrisley Bruno Ribeiro CAMARGOS[2];
Fausto Rogério ESTEVES[2]; Ronaldo Asevedo MACHADO[2]

Resumo: O presente trabalho traz uma reflexão sobre a utilização de Tecnologias Informacionais e Comunicacionais no ensino de Matemática como uma tendência de pesquisa e prática em Educação Matemática que implica numa mudança do cenário atual da sala de aula e do papel de seus principais atores: o professor, que passa a ser um mediador na construção do ensino, e os alunos, que devem assumir uma postura de agentes ativos na construção de seu conhecimento. A seguir, apresentamos atividades investigativas elaboradas e testadas por alunos do Mestrado Profissional em Educação Matemática da Universidade Federal de Ouro Preto, envolvendo alguns conteúdos de Geometria e Álgebra trabalhados nos Ensinos Fundamental e Médio, sob a forma de seqüências para a sala de aula que podem ser utilizadas por Professores de Matemática. Com isso, buscamos contribuir para o desenvolvimento profissional desses docentes e destacar o papel das tecnologias na sala de aula de Matemática, redirecionando o seu processo de ensino, visando uma aprendizagem significativa.

Palavras-chave: Tecnologias Informacionais e Comunicacionais; Atividades Investigativas; Educação Matemática.

Abstract: The present article shows a reflection about the use of Technologies of Information and Communication in the Mathematics teaching as a way of research and practice in Mathematics Education that causes a change in the environment of the classrooms and in the role of their main actors: the teacher, who becomes a mediator at the teaching's construction, and the students, who must take an active behavior towards their own knowledge's construction. In the next, we show investigative activities produced and tested by students of the Professional Masters Degree on Mathematics Education of the Universidade Federal de Ouro Preto, which contains some matters of Geometry and Algebra studied in the basic teaching, like classroom sequences that can be used by Mathematics Teachers. Therefore, we intent to contribute for their professional development and show the importance of these technologies in the classroom, changing the Mathematics teaching, objecting a significant learning.

Key-words: Technologies of Information and Communication; Investigative Activities; Mathematics Education.

1. Introdução

Uma das principais tendências de pesquisa e prática em Educação Matemática configura-se, hoje, com a investigação sobre "quando" utilizar Tecnologias Informacionais e Comunicacionais no processo de ensino e aprendizagem da Matemática, "como" trabalhar conteúdos matemáticos em ambientes informatizados e qual é o "papel" do professor diante desta possibilidade didático-pedagógica.

São muitas as conjecturas em relação às mudanças que a inserção de TIC's no ensino acarreta, mudanças que perpassam pelo espectro curricular e avançam na exigência de uma postura diferenciada do professor, conforme destaca Borba (1999, p. 285):

> A introdução das novas tecnologias – computadores, calculadoras gráficas e interfaces que se modificam a cada dia – tem levantado diversas questões. Dentre elas, destaco as preocupações relativas às mudanças curriculares, às novas dinâmicas da sala de aula, ao *novo* papel do professor e ao papel do computador nesta sala de aula. (grifo do autor)

A utilização das TIC's no ensino tem que ser feita de forma criativa e investigativa para que essa ferramenta metodológica do processo de ensino e aprendizagem da Matemática consiga fazer da sala de aula, um

[1] Doutor em Educação Matemática, Professor Adjunto do Departamento de Matemática, Pesquisador e Orientador do Mestrado Profissional em Educação Matemática da Universidade Federal de Ouro Preto.

[2] Licenciado em Matemática, Aluno do Mestrado Profissional em Educação Matemática da Universidade Federal de Ouro Preto.

ambiente de curiosidade e questionamento, o que poderá e deverá gerar mudanças nos papéis do aluno e, principalmente, do professor, conforme destaca Valente (1999, p. 43-44):

> Caberá ao professor saber desempenhar um papel de desafiador, mantendo vivo o interesse do aluno, e incentivando relações sociais, de modo que os alunos possam aprender uns com os outros e saber como trabalhar em grupo. Além disso, o professor deverá servir como modelo de aprendiz e ter um profundo conhecimento dos pressupostos teóricos que embasam os processos de construção de conhecimento e das tecnologias que podem facilitar esses processos.

Se por um lado, o professor passa a ser um mediador na construção do ensino, instigando e sugerindo questionamentos aos seus alunos, estes, por outro lado, devem assumir uma postura de agentes ativos na construção de seu conhecimento, testando e experimentando em tempo real seus próprios questionamentos, pois, segundo Penteado (1997, p. 302) "com a presença do computador, a aula ganha um novo cenário, refletindo-se na relação do professor com os alunos e no papel desempenhado pelos demais atores presentes".

Até mesmo na esfera político-educacional, ressalta-se a integração / interação dos ambientes educacionais informatizados com os meios de comunicação cada vez mais desenvolvidos. É possível observar nos Parâmetros Curriculares Nacionais (2000, p. 41) referências à necessidade de um redirecionamento do ensino de Matemática a partir da utilização de TIC's:

> Esse impacto da tecnologia, cujo instrumento mais relevante é hoje o computador, exigirá do ensino de Matemática um redirecionamento sob uma perspectiva curricular que favoreça o desenvolvimento de habilidades e procedimentos com os quais o indivíduo possa se reconhecer e se orientar nesse mundo do conhecimento em constante movimento.

A partir dessa perspectiva, acreditamos que quaisquer atividades de ensino em ambientes informatizados devem ser elaboradas de forma a permitir que os alunos possam desenvolver um conjunto de habilidades como criar autonomia, aprender a pensar e a criar, resolver problemas e analisar as soluções obtidas para os mesmos. Esta discussão nos remete idéias de Gravina & Santarosa (1998, p.1), que trazem uma reflexão sobre o que significa "fazer matemática: experimentar, interpretar, visualizar múltiplas facetas, induzir, conjeturar, abstrair, generalizar e, enfim, demonstrar".

No entanto, numa perspectiva de utilização de computadores no ensino de Matemática, vários são os softwares educacionais dos quais que dispomos atualmente, sejam estes gratuitos ou não. Ao utilizarmos esses softwares educacionais como ferramentas didático-pedagógicas, é necessário implementar atividades investigativas com o intuito de despertar o interesse dos alunos para as atividades em questão, pois, apesar de dispormos de uma ferramenta passível de interesse de seus manipuladores, devemos tomar cuidado para que a atividade não se torne um mero exercício repetitivo, repetindo assim, a tradicional metodologia de se ensinar Matemática: definições, propriedades, teoremas, modelos e exercícios.

No entanto, o que seriam essas atividades investigativas a serem implementadas e como deve ocorrer tal implementação?

De acordo com Ponte, Brocardo & Oliveira (2006), investigar é procurar conhecer o que não se sabe. Uma investigação matemática desenvolve-se usualmente em torno de um ou mais problemas. No entanto, para se desenvolver uma atividade investigativa, o professor deve perpassar por um processo de interação / pesquisa sobre o assunto pelo qual irá delinear sua atividade investigativa.

Partindo, então, da identificação do problema a resolver, acreditamos que uma atividade investigativa deve conter uma seqüência para a sala de aula que conduza os estudantes à exploração de conceitos, à formulação de conjecturas a partir de suas observações, à discussão e, finalmente, à generalização das soluções encontradas.

2. Uma produção num curso de Mestrado Profissional em Educação Matemática

A partir de 2008, a Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP vem oferecendo o curso de Mestrado Profissional em Educação Matemática para Professores de Matemática dos Ensinos Fundamental, Médio e Superior. Os autores desse trabalho são alunos da 1ª turma do referido curso, recebendo a orientação (nesse trabalho) do 1º autor.

No 1º semestre letivo de 2008, os autores cursaram a disciplina eletiva "Ambientes Educacionais Informatizados", com carga horária de 60 horas-aula, ministradas num laboratório de informática. A partir da leitura e discussão de diversos textos relacionados à utilização de TIC's na Educação Matemática, foram elaboradas atividades investigativas direcionadas para o ensino de tópicos de Geometria e Álgebra, implementadas com o software GeoGebra.

O GeoGebra é um software que tem se mostrado como uma "interface amigável" para o desenvolvimento de trabalhos em Geometria e em Álgebra. Podemos utilizá-lo em atividades de ensino para estudantes dos níveis fundamental, médio ou superior.

Descrevemos, a seguir, quatro atividades investigativas produzidas na disciplina, cada qual contendo uma seqüência para a sala de aula, a serem desenvolvidas num laboratório de informática. Ressaltamos que essas atividades foram testadas pelos demais alunos do mestrado e também por alunos de diversas escolas de Ensino Fundamental e Médio de cidades de Minas Gerais, nas quais os autores desse trabalho lecionam.

3. Atividades Investigativas para o Ensino de Geometria utilizando o GeoGebra

No intuito de se conhecer melhor o software, procuramos destacar alguns "comandos" iniciais fundamentais para a realização das seqüências didáticas. Na plataforma inicial do GeoGebra, temos à esquerda, uma subtela onde aparece um histórico do arquivo. Na parte inferior, encontramos uma linha de comandos e, ao final dessa, algumas funções pré-programadas do GeoGebra. Nessa linha de comandos, podem ser usadas funções programadas do software e também podemos fazer interações com os comandos.

Na parte principal, temos um plano cartesiano. Usando o clique direito do mouse podemos encontrar alguns comandos, dentre eles, o comando "malha". Com um clique sobre esse item, teremos uma malha na parte principal que pode simplificar o trabalho com o desenho de figuras geométricas e principalmente, o entendimento de área de polígonos. Para alunos que nunca tiveram contato com o software, sugerimos como tarefa inicial, a partir da plataforma principal, a marcação de pontos na tela. Usando apenas o clique do mouse sobre a tela principal, pode-se observar as coordenadas na parte esquerda da tela.

Na parte superior, temos a barra de Menu's. Entre as opções, aparece a construção de polígonos regulares e irregulares. Com apenas um clique nessa opção, poderemos construir polígonos; a diferença está no seguinte aspecto: na construção de polígonos regulares, ao clicar nesse comando, o software aguarda dois "cliques" em pontos distintos da tela que configuram o primeiro lado do polígono regular; em seguida, em uma caixa de diálogo, deve ser digitado o número de lados, como por exemplo, 3 para o triângulo eqüilátero, 4 para o quadrado, 5 para o pentágono regular, etc.

Observemos que na subtela à esquerda, aparecem todos os vértices do polígono e sua área. Na linha de comandos logo abaixo, pode-se usar o comando "área" citando entre colchetes os vértices do polígono e o software apresentará o resultado na subtela à esquerda.

3.1. Atividade Investigativa: Explorando as áreas de polígonos

Público alvo: Estudantes das 5ª, 6ª e 7ª séries (6º, 7º e 8º anos) do Ensino Fundamental.

Objetivo: Obter uma expressão algébrica para a área de polígonos em função das medidas de seus lados, a partir de uma interpretação geométrica dos polígonos construídos e das relações entre suas áreas obtidas com o GeoGebra.

1) Construa um quadrado usando polígonos regulares (por exemplo, um quadrado de lado 3 unidades). Conte os “quadradinhos” e confira o valor com a área fornecida na parte esquerda da tela;

2) Sem apagar o quadrado, construa um retângulo (por exemplo, um retângulo de base 3 unidades e altura 2 unidades). Observe que para isso, será necessário usar a opção polígonos, já que não se trata de um polígono regular. Conte os “quadradinhos” e confira o valor com a área fornecida na parte esquerda da tela;

3) Sem apagar as figuras anteriores, construa um triângulo que possua a mesma base e a mesma altura do retângulo (por exemplo, um triângulo de base 3 unidades e altura 2 unidades). Conte os “quadradinhos” e confira o valor com a área fornecida na parte esquerda da tela;

4) Identifique a base e a altura dos polígonos desenhados.

Agora, responda:

1) A partir das medidas das bases e das alturas dos polígonos, é possível construir uma relação numérica para essas áreas?

2) Pense inicialmente no quadrado. Qual é a relação entre o valor encontrado para a área e a medida do lado?

3) Pense agora no retângulo. Qual é a relação entre o valor encontrado para a área e as medidas da base e da altura?

4) Pense finalmente no triângulo. Qual é a relação entre o valor encontrado para a área e as medidas da base e da altura?

Pode-se estender essa atividade para áreas de paralelogramos, losangos e trapézios. Outras possibilidades de atividades complementares para as séries finais do Ensino Fundamental são as seguintes construções:

1) Construa um quadrado e usando três vértices do mesmo construa, de forma sobreposta, um triângulo. Repita o procedimento para três montagens (com valores diferentes para os lados dos quadrados), observando o que ocorre com a malha e anotando os valores dos lados dos quadrados e das bases e alturas dos triângulos sobrepostos e as áreas de cada quadrado e de seus respectivos triângulos sobrepostos. Quais são as relações entre as medidas dos lados, bases e alturas e entre as áreas observadas?

2) Construa um triângulo (A,B,C) de tal forma que dois de seus vértices (A e B) fiquem eqüidistantes do eixo *x*. Desloque o vértice C na horizontal e observe o que acontece com as áreas dos diversos triângulos assim formados. Por que o valor da área não se altera?

3.2. Atividade Investigativa: Explorando a relação entre áreas e perímetros de retângulos

Público alvo: Estudantes da 8ª série (9º ano) do Ensino Fundamental e do 1º ano do Ensino Médio.

Objetivo: Associar o problema geométrico de se encontrar um retângulo de perímetro fixado e área máxima, o qual deverá ser um quadrado, ao problema de maximização de uma função quadrática, a partir de uma interpretação geométrica dos retângulos construídos e das relações entre suas áreas obtidas com o GeoGebra.

1) Construa alguns retângulos que tenham o mesmo perímetro (por exemplo, 5 retângulos de perímetro 20 unidades) porém, com medidas dos lados diferentes (por exemplo, retângulos de bases 5, 6, 7, 8 e 9 unidades e alturas 5,4,3,2 e 1 unidades, respectivamente);

2) Anote a área de cada um deles fornecida na parte esquerda da tela e associe os resultados às medidas dos seus lados.

Agora, responda:

1) A partir das medidas dos lados e das áreas fornecidas, podemos verificar que, apesar dos perímetros dos retângulos serem iguais, suas áreas são diferentes. Por quê?

2) Qual dos retângulos construídos possui maior área?

Se representarmos os lados de um retângulo por x e y, podemos encontrar as representações algébricas do perímetro como $P = 2x + 2y$ e da área como $A = x \cdot y$. Pede-se:

1) Identifique x, y, P e A para cada um dos retângulos construídos;

2) Expresse a área de um retângulo em função de apenas uma de suas dimensões, tomando como hipótese, um valor fixado para o perímetro (por exemplo: fixando o perímetro em 20 cm, temos que $2x + 2y = 20$, donde vem $x + y = 10$; daí $y = 10 – x$, logo teremos $S = x. (10 – x) = – x^2 + 10x$, que é uma função quadrática);

3) Construa o gráfico da função quadrática obtida na etapa anterior;

4) Identifique seu ponto de máximo de coordenadas ($x_{máx}$, $y_{máx}$), que é o vértice da função.

Agora, responda:

1) Qual é o valor de x para o qual a função atinge o seu valor máximo e qual é esse valor máximo?

2) Para este valor de x, que “tipo especial” de retângulo nós temos?

4. Atividades Investigativas para o Ensino de Álgebra utilizando o GeoGebra

Analogamente ao que foi sugerido para as atividades de Geometria, no intuito de se conhecer melhor o software, deve-se destacar os “comandos” iniciais fundamentais para a realização das seqüências didáticas. As atividades de Álgebra serão desenvolvidas no plano cartesiano.

4.1. Atividade Investigativa: Explorando o gráfico e os coeficientes de funções do 1º grau

Público alvo: Estudantes da 8ª série (9º ano) do Ensino Fundamental e do 1º ano do Ensino Médio.

Objetivo: Identificar as principais características do gráfico e o significado dos coeficientes de uma função do 1º grau, a partir de uma interpretação geométrica dos gráficos de funções do 1º grau construídos com o GeoGebra.

1) No plano cartesiano, insira um seletor e modifique o intervalo de variação de [– 5 , 5] para [– 10 , 10];

2) Crie outro seletor com o mesmo intervalo de variação de [– 10 , 10];

3) Observe que o primeiro seletor foi denominado automaticamente por “a” e o segundo seletor por “b”. Como estudamos anteriormente, uma função do 1º grau é dada por $f(x) = ax + b$, com $a \neq 0$. Crie essa função na barra de entrada na parte inferior da tela.

4) Mova os parâmetros “a” e “b” e observe atentamente o que acontece com o gráfico construído.

Agora, responda:

1) O que ocorre quando você varia o valor de “a”? Por quê?

2) O que ocorre quando você varia o valor de “b”? Por quê?

3) O que acontece com a sua função quando o parâmetro “a” é nulo? Apesar de não ser uma função do 1º grau, que tipo de função você obteve?

4) O que acontece quando o parâmetro “b” é nulo e o parâmetro “a” não é nulo?

5) Você conseguiria obter a função identidade? Quais seriam os valores para “a” e “b”?

6) É possível que o gráfico de uma função do 1^o grau passe por todos os quadrantes? Por quê?

Pode-se estender essa atividade fornecendo aos estudantes os gráficos de duas funções do 1^o grau (uma reta que seja o gráfico de uma função “crescente” e uma outra reta que seja o gráfico de uma função “decrescente”). A seguir, deve-se solicitar aos estudantes que identifiquem os coeficientes angular e linear de cada função. Finalmente, deve-se construir os gráficos das funções obtidas no GeoGebra e compará-los com os gráficos inicialmente fornecidos aos estudantes.

4.2. Atividade Investigativa: Explorando o gráfico e os coeficientes de funções do 2^o grau

Público alvo: Estudantes da 8^a série (9^o ano) do Ensino Fundamental e do 1^o ano do Ensino Médio.

Objetivo: Identificar as principais características do gráfico e o significado dos coeficientes de uma função do 1^o grau, a partir de uma interpretação geométrica dos gráficos de funções do 1^o grau construídos com o GeoGebra.

1) No plano cartesiano, insira um seletor e modifique o intervalo de variação de [– 5 , 5] para [– 10 , 10];

2) Crie outros dois seletores com o mesmo intervalo de variação de [– 10 , 10];

3) Observe que o primeiro seletor foi denominado automaticamente por “a”, o segundo seletor por “b” e o terceiro seletor por “c”. Como estudamos anteriormente, uma função do 2^o grau é dada por $f(x) = ax^2 + bx + c$, com $a \neq 0$. Crie essa função na barra de entrada na parte inferior da tela.

4) Mova os parâmetros “a”, “b” e “c” e observe atentamente o que acontece com o gráfico construído.

Agora, responda:

1) O que ocorre quando você varia o valor de “a”? Por quê?

2) O que ocorre quando você varia o valor de “b”? Por quê?

3) O que ocorre quando você varia o valor de “c”? Por quê?

4) O que acontece com a sua função quando o parâmetro “a” é positivo?

5) O que acontece com a sua função quando o parâmetro “a” é negativo?

6) O que acontece quando o parâmetro “b” é nulo e o parâmetro “c” não é nulo?

7) O que acontece quando o parâmetro “c” é nulo e o parâmetro “b” não é nulo?

8) É possível que o gráfico de uma função do 2^o grau passe por todos os quadrantes? Por quê?

Pode-se estender essa atividade fornecendo aos estudantes os gráficos de duas funções do 2^o grau (uma parábola “côncava para cima” e uma parábola “côncava para baixo”). A seguir, deve-se solicitar aos estudantes que identifiquem os coeficientes de cada função. Finalmente, deve-se construir os gráficos das funções obtidas no GeoGebra e compará-los com os gráficos inicialmente fornecidos aos estudantes.

5. Considerações finais

À guisa de conclusão, reafirmamos nossa crença de que a possibilidade de utilização das TIC’s na Educação Matemática remete ao professor, uma necessidade de mudança de perfil, já que o mesmo terá que se adaptar ao perfil do “novo aluno”, pois, conforme afirmam Miskulin & outros

(2006, p. 111), com a inserção da tecnologia na sala de aula:

> [...] existe a necessidade de se criar um novo perfil de professor que tenha conhecimentos básicos de sua utilização, além de uma formação contínua sobre conceitos pedagógicos relacionados ao uso da tecnologia computacional. O professor deve estar preparado e integrado para entender a abordagem de ensino adotada em sua comunidade escolar e estar adaptado ao perfil do novo aluno, que possui uma postura ativa na utilização das TIC's.

Uma mudança significativa de atitude pelo corpo docente é, assim, primordial e necessária diante dos novos desafios da utilização das TIC's na educação; mas, para falar em grandes mudanças, inicialmente devemos questionar a formação de Professores de Matemática, a qual continua privilegiando a abordagem tradicional de conceitos matemáticos, em detrimento da construção de conhecimentos múltiplos que passam por questões / discussões pedagógicas e curriculares.

Nos cursos de Licenciatura em Matemática já se verifica uma preocupação em se estudar o papel das TIC's como ferramentas didático-pedagógicas no ensino de Matemática. Entretanto, essa é uma tendência recente da Educação Matemática e por isso, ainda distante da realidade da maioria dos professores atuantes nos Ensinos Fundamental e Médio. No caso dos autores desse trabalho, a realização de um mestrado profissional possibilitou a discussão teórica sobre vários questionamentos aqui levantados e a produção prática das atividades investigativas, levando-se em consideração as experiências docentes diferenciadas.

Por fim, como acreditamos que a formação continuada é um processo contínuo que não se restringe somente à realização de cursos formais, esperamos que as atividades investigativas aqui apresentadas possam contribuir para o desenvolvimento profissional do Professor de Matemática que deve procurar refletir sobre sua prática pedagógica e manter uma postura crítica em relação à mesma. Nessa perspectiva, ele deve oportunizar aos seus alunos a busca de soluções fora de um padrão pré-estabelecido para a resolução de problemas, a utilização de programas que permitam manipulações gráficas em tempo real e assim, os mesmos poderão investigar, argumentar e elaborar conjecturas e idéias matemáticas a partir da interação professor / aluno / tecnologia. A experimentação se torna, então, algo fundamental e desafiador para nós, educadores matemáticos.

Referências

[1] BORBA, M.C. *Tecnologias informáticas na Educação Matemática e reorganização do Pensamento*. In: BICUDO, M.A.V. (org). *Pesquisa em Educação Matemática: concepções e perspectivas*. São Paulo: Editora UNESP, p. 285-295, 1999.

[2] GRAVINA, M.A.; SANTAROSA, L.M. *A aprendizagem da Matemática em Ambientes Informatizados*. Congresso Ibero-americano de Informática na Educação, IV. Anais... Brasília, 1998.

[3]MEC. *Parâmetros Curriculares Nacionais.* Brasília, 2000.

[4] MISKULIN, R.G.S.; PEREZ, G.; SILVA, M.R.C.; MONTREZOR, C.L.; SANTOS, C.R.; TOON, E.; LIBONI FILHO, P.A.; SANTANA, P.H.O. *Identificação e análise das dimensões que permeiam a utilização das Tecnologias da Informação e Comunicação nas aulas de Matemática no contexto da formação de professores.* In: Bolema, Rio Claro (SP), Ano 19, n^{o} 26, 2006, p. 103-123.

[5] PENTEADO, M.G. *O computador na perspectiva do desenvolvimento profissional do professor*. Tese de Doutorado. Faculdade de Educação – Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 1997.

[6] PONTE, J.P.; BROCARDO, J.; OLIVEIRA, H.V. *Investigações matemáticas na sala de aula.* Coleção Tendências em Educação Matemática, v. 7. Belo Horizonte: Autêntica, 2006.

[7] VALENTE, J.A. *O computador na sociedade do conhecimento.* Campinas: UNICAMP/NIED, 1999.