

## SOFTWARES E INTERNET NA SALA DE AULA DE MATEMÁTICA<sup>1</sup>

Marcelo de Carvalho Borba<sup>2</sup>

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”

[mborba@rc.unesp.br](mailto:mborba@rc.unesp.br)

**Resumo:** O objetivo deste artigo é discutir como atores informáticos, tais como *softwares* e a Internet, podem moldar a maneira como o conhecimento é produzido. Mais especificamente, apresento, por meio de pesquisas realizadas, o papel que *softwares* podem assumir em dois contextos distintos: a sala de aula presencial e *online*. Discuto, também, que a concepção de problema ou atividade tem se transformado desde que a Internet passou a se tornar presente no ambiente educacional. Apresento dois cenários, constituídos na sala de aula presencial, onde o uso da Internet é permitido, os quais podem ilustrar estratégias pedagógicas que incorporam a tecnologia digital às aulas de matemática visando à produção de conhecimento.

**Palavras-chave:** Educação Matemática; Educação a Distância Online; Tecnologias da Informação e Comunicação.

### Introdução

Desde 1993, o GPIMEM<sup>3</sup> (Grupo de Pesquisa em Informática, outras Mídias e Educação Matemática) vem desenvolvendo pesquisa sobre o papel das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) nos processos de ensino e aprendizagem de matemática. A elaboração de atividades para ser desenvolvidas com a utilização de calculadoras gráficas e dar suporte às escolas públicas e privadas onde a informática começava a ganhar espaço nessa época, marcaram o início das pesquisas no grupo. Pouco tempo depois, com a ampliação de nossas instalações e infra-estrutura adequada, adquirida com verba proveniente de projetos junto às agências de fomento à pesquisa, o grupo também se transformou em um espaço para pesquisas desenvolvidas com experimentos de ensino, com professores e alunos, com o auxílio do computador, mais especificamente com o uso de *softwares* educacionais.

Ao longo dos últimos 17 anos, a produção científica gerada pelos membros do grupo pode ser considerada muito expressiva no cenário educacional, em particular no

<sup>1</sup> Gostaria de agradecer imensamente a Silvana Claudia Santos, membro do GPIMEM e doutoranda na UNESP pelas inúmeras sugestões feitas em versões preliminares deste texto.

<sup>2</sup> Professor Doutor do Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, Universidade Estadual Paulista, UNESP, Rio Claro, SP. E-mail: mborba@rc.unesp.br

<sup>3</sup> Home-page: <http://www.rc.unesp.br/igce/pgem/gpimem.html>

âmbito da educação matemática, já que ela contempla estudos que revelam como ocorre o acesso à informática e outras mídias, por parte de alunos e professores de matemática, e como isso afeta a produção do conhecimento.

Neste artigo apresentarei alguns resultados de nossos estudos ao longo dessa trajetória, nos quais concluímos que as possibilidades que os *softwares* oferecem podem mudar o tipo de atividades que são propostas em sala de aula, bem como transformar a natureza do conhecimento matemático. Além disso, com “popularização” da Internet novas demandas surgiram para a pesquisa em educação matemática e, conforme já discutido em Borba (2004), a produção do conhecimento matemático também se transforma quando mudamos do ambiente usual da sala de aula presencial para o de cursos *online*.

A análise de cursos a distância *online*, oferecidos a professores de matemática há quase 10 anos pelo GPIMEM, mostra que o modo como a matemática é discutida ou como uma demonstração matemática é apresentada se molda a esse novo contexto. Neste artigo apresentarei também dois exemplos de como a Internet, está presente na sala de aula presencial e tem se tornado co-participante na produção do conhecimento potencializando performances matemáticas.

### ***Softwares e a Produção do Conhecimento Matemático***

Não é de hoje que se discute como os *softwares* educacionais interferem no processo de produção do conhecimento, em particular do conhecimento matemático, e ainda assim essa temática parece não se esgotar, pois pesquisas continuam sendo desenvolvidas tratando de questões cada vez mais específicas (JAVARONI, 2007; ARAÚJO, 2007; SOARES, 2009).

Um tópico discutido nesse debate gira em torno da questão: como que um determinado *software* pode contribuir para que estudantes tentem chegar a uma justificativa matemática e façam a ligação entre a exploração indutiva e o desenvolvimento do raciocínio dedutivo? Santos (2008) acredita que com estes *softwares* é possível investigar diferentes variações de uma construção geométrica, por exemplo, e, conseqüentemente, inferir propriedades, chegar a generalizações e verificar teoremas.

As possibilidades experimentais dessas mídias podem ser exploradas, podendo-se chegar a elaboração de conjecturas bem como a sua verificação. Desse modo, é possível estabelecer uma importante discussão acerca das possibilidades da inclusão de *softwares* no contexto educacional em seus diferentes níveis.

Os ambientes computacionais condicionam as ações quando se tem que resolver uma atividade ou um problema matemático. No que se refere ao uso dos *softwares*, diferentes estratégias são utilizadas em complemento ao uso do lápis e papel. Ele afeta, principalmente, o *feedback* proporcionado ao usuário. De acordo com Borba e Villarreal (2005) o principal *feedback* dado pelos *softwares* se refere ao aspecto visual. Com um *software* gráfico, como o Winplot<sup>4</sup>, por exemplo, os estudantes podem inserir uma função e gerar um gráfico que apresenta o seu comportamento. Mediante um processo experimental-com-tecnologia, proposto por Borba e Villarreal (2005), ele poderá variar os parâmetros, analisar tal comportamento e confrontar com a representação algébrica. Para Javaroni (2007, p. 154)

A elaboração de gráficos no tratamento de dados torna-se interessante no sentido que ao analisá-los podemos observar características gerais e particulares desses dados. Podemos afirmar, então, que a elaboração de gráficos, para investigar os dados, tem a finalidade de instigar a “revelação” de características importantes destes dados.

Os *softwares* educacionais têm a capacidade de realçar o componente visual da matemática atribuindo um papel importante à visualização na educação matemática, pois ela alcança uma nova dimensão se for considerado o ambiente de aprendizagem com computadores como um particular coletivo pensante (LÉVY, 1993), onde professores, alunos, mídia e conteúdos matemáticos residem juntos e, mais que isso, pensam juntos. Neste coletivo a mídia adquire outro *status*, isto é, vai além de mostrar uma imagem. Mais especificamente, é possível dizer que o *software* torna-se ator no processo de fazer matemática. Algumas particularidades do aspecto visual, em educação matemática, proporcionada pelas tecnologias computacionais podem ser destacadas:

---

<sup>4</sup> Disponível: <http://math.exeter.edu/rparris/winplot>

- Visualização constitui um meio alternativo de acesso ao conhecimento matemático.
- A compreensão de conceitos matemáticos requer múltiplas representações, e representações visuais podem transformar o entendimento deles.
- Visualização é parte da atividade matemática e uma maneira de resolver problemas.
- Tecnologias com poderosas interfaces visuais estão presentes nas escolas, e a sua utilização para o ensino e aprendizagem da matemática exige a compreensão dos processos visuais.
- Se o conteúdo de matemática pode mudar devido aos computadores, (...) é claro neste ponto que a matemática nas escolas passarão por pelo menos algum tipo de mudança (...) (BORBA; VILLARREAL, p.96).

Diante disso, as possibilidades de investigação e experimentação propiciada por essas mídias podem levar estudantes a desenvolverem suas ideias a ponto de criarem conjecturas, validá-las e levantar subsídios para a elaboração de uma demonstração matemática. No que se refere à investigação matemática, Zulatto (2002) afirma que ela é apontada como uma das principais potencialidades dos *softwares*, de acordo com professores que os utilizam em suas aulas de matemática.

Para Ponte *et al.* (2003), investigar não significa resolver problemas difíceis, mas sim lidar com questões abertas, para as quais não se tem ainda uma resposta ou uma única resposta e, em uma investigação, sempre que possível, buscar argumentos cada vez mais fundamentados.

Em consequência da investigação com *softwares*, um ambiente com características ímpares é criado, no qual as construções podem ser submetidas à prova do arrastar (LABORDE, 2000), de modo que as propriedades e conjecturas formuladas poderão ser testadas para vários casos e validadas ou refutadas.

Para Borba e Villarreal (2005), uma abordagem experimental em educação matemática significa fazer uso de procedimentos de tentativas e processos educativos que possibilitem a criação de conjecturas, a descoberta de resultados matemáticos desconhecidos, a possibilidade de testar modos alternativos de coletar resultados e a chance de proporcionar novos experimentos.

Uma abordagem que privilegia uma postura investigativa pode possibilitar um envolvimento maior dos estudantes com o conteúdo e os levar a uma investigação de conceitos, que podem vir a obter um novo sentido quando estudados de modo a enfatizar questões qualitativas de exploração.

### **Softwares no contexto da EaDOnline**

Além do exposto na seção acima, quando se trata de produção de conhecimento, não se pode deixar de considerar, também, o papel que a Internet vem ocupando em diferentes contextos. A começar pelo ato corriqueiro, vivenciado por professores dos diversos níveis, de elaborar atividades para as aulas de matemática.

Cada vez mais, em educação matemática, tem-se sugerido a elaboração de atividades investigativas e desafiadoras (PONTE *et al*, 2003; BORBA, *et al*, 2007, entre outros). Não dá para negar que quando falamos em investigar e realizar um processo de busca, isso pode estar associado à busca na Internet. No entanto, muitas vezes esse tipo de investigação leva à busca de respostas prontas. Na próxima seção farei uma discussão mais detalhada acerca do papel da Internet em sala de aula (presencial) e como ela pode interferir na concepção do que é entendido por problema ou atividade.

Com o aumento de cursos a distância *online* que vem sendo oferecidos na última década, torna-se importante refletir sobre qual é a proposta pedagógica de curso que se pretende oferecer, de acordo com a demanda e os objetivos traçados. Nesse sentido, o GPIMEM há quase 10 anos tem vivenciado experiências em cursos de extensão a distância *online* para professores de matemática de diversos lugares da América Latina e, nesses cursos, além de discussões teóricas também já foram propostas atividades de geometria euclidiana (SANTOS, 2006) e funções (BORBA *et al*, 2007). As atividades propostas nesses cursos, os quais se tornaram cenários de diversas pesquisas, apresentavam questões abertas e possuíam um caráter investigativo no sentido proposto por Ponte *et al*. (2003).

Santos (2006), visando a coletar os dados de sua pesquisa propôs a professores de matemática atividades de geometria euclidiana espacial e, para tal, ao elaborá-las preocupou-se com dois aspectos principais relacionados ao contexto: o fato de utilizarem um *software*, no caso o Wingeom<sup>5</sup>, para o desenvolvimento das atividades e as interações se darem em um ambiente virtual de aprendizagem. Isso fez com que a autora acreditasse que a maneira pelas quais as atividades fossem propostas influenciaria diretamente nos resultados que seriam apresentados. Talvez os participantes, caso não conseguissem

---

<sup>5</sup> Disponível: <http://math.exeter.edu/rparris/wingeom>

realizar a construção geométrica com o Wingeom, utilizassem outro *software* ou qualquer outro recurso. Sendo assim, a natureza da discussão e da produção matemática em si seria outra, uma vez que mudando as mídias, a produção matemática também se altera (BORBA; VILLARREAL, 2005).

Com base nessa perspectiva é possível afirmar que produzimos conhecimento com Internet, mais especificamente com *chat*, com videoconferência, com fórum, com portfólio, e ainda, com o Wingeom ou o Winplot, por exemplo, inseridos em um mesmo contexto.

(...) algumas ações parecem se tornar necessárias em se tratando de produção matemática em um ambiente virtual. Nesse sentido, da mesma forma como minimizar/maximizar diferentes “janelas” na tela do computador, como a do Wingeom, a do portfólio e a do *chat*, tornaram-se ações constantes durante as discussões, dinâmica condicionada pelo ambiente, o ato de copiar/colar também era utilizado com o intuito de linearizar a apresentação da demonstração ou justificativa matemática, já que a característica hipertextual dessa produção matemática tornava a demonstração, por exemplo, uma “colcha de retalhos” e, assim, copiar a demonstração disponibilizada no portfólio para em seguida colá-la no *chat*, tinha como objetivo diminuir a quantidade de retalhos desta colcha, já que, desta forma, ela podia ser apresentada até mesmo de uma única vez (SANTOS, 2006, p. 102).

O que é possível perceber é que quando se decide utilizar um *software*, seja ele gráfico, geométrico ou algébrico, em um curso a distância *online*, é importante que se reflita sobre como propor uma atividade considerando o contexto e visando contemplar os objetivos educacionais, sempre apoiado nas concepções teóricas acerca da temática. De modo geral, utilizar tecnologias informáticas, em um ambiente de ensino e aprendizagem, requer a sensibilidade do professor ou pesquisador para optar por estratégias pedagógicas que permitam explorar as potencialidades desses recursos, tornando-os didáticos. A estratégia pedagógica deve incluir a elaboração das atividades que serão propostas aos estudantes, bem como a maneira como será conduzida a discussão e socialização dos resultados obtidos nos processos de investigação matemática (SANTOS, 2008).

### **Internet na Sala de Aula Presencial**

Nos últimos anos tenho discutido como que a noção de seres-humanos-com-mídias permeia o modo como o conhecimento é produzido (BORBA; VILLARREAL, 2005).

Com base nessa perspectiva, acredito que muito daquilo que os livros didáticos chamam de problema possa ser transformado pelas mídias.

Outra percepção é que grande parte das escolas e universidades ainda não permitem que a Internet seja usada durante as aulas e principalmente em avaliações, baseadas no argumento que os alunos podem encontrar as respostas aos problemas dados, eles podem se distrair ou, ainda, permitir o uso da Internet significa privilegiar estudantes que têm mais facilidade em navegar na Internet. Esses argumentos não são baseados em pesquisas e sim baseados em argumentos similares aos que no passado eram discutidos quando se tentava inserir calculadoras e *softwares* como atores em sala de aula. Contudo, a Internet já é realidade mais do que *softwares* fazem parte da vida dos estudantes e professores. Caso a Internet seja permitida em sala de aula, qual será a noção de problema? Que tipo de problemas deverá ser proposto para o coletivo de seres-humanos-com-Internet?

Sendo assim, podemos também considerar que o próprio fato de ter que elaborar um problema seja um problema. Esse processo é também conhecido em educação matemática como modelagem. Nesta abordagem pedagógica, os estudantes são convidados a escolher um tema de seu interesse para estudar, gerar questões e elaborar respostas. Pesquisa como as de Diniz (2007), Borba e Malheiros (2007) e Borba e Villarreal (2005) apresentam como os estudantes usam a Internet para desenvolver seus projetos de modelagem. Foi constatado que a Internet permite que temas que ainda não podem ser encontrados em livros possam ser pesquisados, por exemplo. No que se refere ao aspecto comunicacional, a Internet possibilitou que estudante que trabalhavam durante o dia e frequentavam as aulas à noite e, sendo assim, não tinham disponibilidade de horário para que pudessem discutir seu projeto, o fizessem por meio de um ambiente virtual.

Diniz (2007) destaca a maneira como um grupo de estudantes, que escolheu “cupim” como tema de seu projeto de modelagem e iniciou suas pesquisas em livros. Posteriormente, buscou novas informações na Internet. Como encontraram informações que nomearam de “muito primárias” e um erro, que consideraram grave, no *site* de um docente de uma universidade pública, questionaram o uso da Internet na coleta de dados. Outros grupos, como o “câncer de próstata”, iniciaram suas pesquisas em livros e revistas científicas, mas a consulta a Internet foi realizada, comparando com as informações obtidas

anteriormente. Dessa forma, criaram critérios para seleção de *sites*, os quais Diniz (2007) identificou que são de instituições as quais têm um nome a zelar, como o Instituto Nacional do Câncer (INCA). Eles também usaram a Internet para se comunicarem com o professor da disciplina e discutirem o projeto com membros do grupo do projeto de modelagem.

Um estudo realizado por Malheiros (2004) mostra outro aspecto do uso da Internet em Modelagem: os estudantes usaram-na para verificar se os resultados de um experimento biológico simples e rápido que eles tinham realizado estava de acordo ou não com um experimento científico mais completo. Discrepâncias foram encontradas e eles discutiram possibilidades de explicações em seu projeto.

Outro exemplo de uma abordagem que ilustra como a Internet está sendo utilizada em sala de aula é performance matemática digital (GADANIDIS, 2006; GADANIDIS; BORBA, 2008). Essa abordagem consiste em investigar a performance digital, focado na temática de ensino da matemática fazendo uso da Internet, combinando matemática e artes.

Boal (1979) introduziu uma forma alternativa de performance digital que enfatiza o fim da separação entre atores e plateia. Com base nessa perspectiva, temos realizado estudos sobre performance matemática digital. Nesse sentido, os alunos podem ser convidados a se tornarem mais ativos nos processos de aprendizagem e a rapidez da comunicação, característico da Internet, bem como a possibilidade de todos publicarem seus trabalhos, favorece o emprego de tal abordagem. Neste cenário, eles poderiam ser encorajados a produzir matemática da mesma forma que eles fazem com a Arte. Poderiam realizar performances matemáticas na Internet, expressando seus entendimentos e sentimentos acerca da matemática em performances matemáticas digitais.

Dois cenários impregnados da presença da Internet são evidenciados: projetos de modelagem matemática e performance matemática digital. Entretanto, um terceiro cenário poderia ser explorado ao observar que existe uma sinergia entre os dois primeiros. E outros cenários poderão ser investigados se pensarmos em ambientes virtuais de aprendizagem e, sendo assim, novas pesquisas já estão agendadas.

### Considerações Finais

Neste artigo tentei mostrar uma fração dos caminhos que articularam a pesquisa e a prática na sala de aula. Mostrei como que o *software* pode modificar a matemática produzida na sala de aula e a “sala de aula virtual”. Um novo caminho de pesquisa nesta área é o uso de Internet na sala de aula presencial. As ideias aqui apresentadas de forma sintética são discutidas de forma mais aprofundada em artigo recentemente publicado no ZDM (BORBA, 2009). Mas é importante que pesquisas empíricas explorem a idéia de uso pleno de Internet em cursos de extensão, disciplinas específicas, etc... Esse parece ter sido o caminho, trilhado pela pesquisa sobre *software* na sala de aula (virtual), que mais frutos gerou. Pesquisadores e participantes da pesquisa ajudaram na construção de uma cultura de uso de *software*, assim como geraram, no melhor espírito do *design-research* produtos para a sala de aula, na forma de atividades que podem ser utilizadas pelo professor. Um balanço de qual o exato lugar que ocupa hoje a informática na sala de aula, é uma outra pesquisa que precisa ser feita, e que permitiria que uma outra palestra com título semelhante a esta fosse apresentada em outra ocasião.

## Referências

- ARAÚJO, I. B. *Uma Abordagem para a Prova com Construções Geométricas e Cabri Géomètre*. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. São Paulo, 2007.
- BOAL, A. *Theatre of the oppressed*. London: Pluto Press, 1979.
- BORBA, M. C. As Dimensões da Educação Matemática a Distância. In.: BICUDO, M. A. V.; BORBA, M. C. (Org.). *Educação Matemática: pesquisa em movimento*. São Paulo: Cortez, 2004.
- BORBA, M. C.; MALHEIROS, A. P. S.; ZULATTO, R. B. A. *Educação a Distância Online*. Belo Horizonte: Autêntica, 2007.
- BORBA, M. C.; VILLARREAL, M. E. *Humans-With-Media and the Reorganization of Mathematical Thinking: information and communication technologies, modeling, experimentation and visualization*. v. 39, New York: Springer, 2005.
- BORBA, M. C. *Potential Scenarios for Internet use in the Mathematics Classroom*. ZDM Mathematics Education. 2009. 41:453–465. DOI 10.1007/s11858-009-0188-2

- DINIZ, L. N. *O Papel das Tecnologias da Informação e Comunicação nos Projetos de Modelagem Matemática*. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2007.
- GADANIDIS G.; BORBA, M. C. *Ours Lives as Performance Mathematicians*. For the Learning of Mathematics, v. 28, p. 44-51, 2008
- GADANIDIS, G. *Exploring Digital Matematical Performance in a Online Teacher Education Setting*. The society information technology and teacher education 17th international conference, Orlando, Florida, p. 3726-3731, 2006.
- JAVARONI, S. L. *Abordagem Geométrica: possibilidades de ensino e aprendizagem de introdução às equações diferenciais ordinaries*. Tese (Doutorado em Educação Matemática). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2007.
- LABORDE, C. *Dynamic Geometry Environments as a Source of Rich Learning Contexts for the Complex Activity of Proving*. Educational Studies Mathematics, Dordrecht, v. 44, n. 1/2, p. 151-161, 2000.
- LÉVY, P. *As Tecnologias da Inteligência: o futuro do pensamento na era da informática*. Rio de Janeiro: Editora 34, 1993.
- MALHEIROS, A. P. S. *A Produção Matemática dos Alunos em um Ambiente de Modelagem*. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2004.
- PONTE, J. P.; BROCARD, J.; OLIVEIRA, H. *Investigações Matemáticas na Sala de Aula*. Belo Horizonte: Autêntica, 2003.
- SANTOS, S. C. *A Produção Matemática em um Ambiente Virtual de Aprendizagem: o caso da geometria euclidiana espacial*. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2006.
- SANTOS, S. C. *Atividades de Geometria Espacial e Tecnologias Informáticas no Contexto da Educação a Distância Online*. Boletim GEPEN, v. 53, p. 75-93, 2008.
- SOARES, D. S. *Modelagem Matemática e TIC: estudo de fenômenos modelados por EDO's em uma turma de Cálculo I*. In: Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-

---

Graduação em Educação Matemática, 12., 2009, Goiânia. *Anais...* Goiânia: Universidade Federal de Goiás, 2009.

ZULATTO, R. B. A. *Professores de Matemática que Utilizam Softwares de Geometria Dinâmica: suas características e perspectivas*. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2002.