

DESAFIOS E POSSIBILIDADES DE USO DE CONTEÚDOS DIGITAIS NO ENSINO E NA APRENDIZAGEM DE MATEMÁTICA: O CASO DA COLEÇÃO M³

Samuel Rocha de Oliveira¹

RESUMO

Apresentamos um resumo da coleção M³ *matemática multimídia* com os desafios e opções para o seu desenvolvimento face às grandes oportunidades das tecnologias de conteúdos digitais. Cada mídia da coleção é explicada com algum detalhe, a partir de um exemplo representativo de vídeo, áudio, software ou experimento.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino; Conteúdo Digital; Matemática; Vídeos; Software; Áudios; Experimentos.

INTRODUÇÃO

As tecnologias de informação e comunicação em formatos digitais têm sido muito marcantes na sociedade moderna, tendo alterado os meios de comunicação, as formas de socialização, as estruturas comerciais e industriais etc. Nesta evolução social, o ensino e a aprendizagem formais ficaram em situação paradoxal: por um lado, o acesso à informação é fácil, relativamente barato, razoavelmente universal e ocorre de forma quase instantânea; por outro lado, os conteúdos formais das disciplinas escolares ficam diluídos e perdem significados relativos.

Neste contexto, a coleção de recursos educacionais em formato digital se coloca como uma possibilidade real de inclusão da escola na avenida digital. A digitalização de textos é um passo razoavelmente simples e puramente técnico, sem necessariamente envolver inovações de linguagem. Consideramos que as maiores perspectivas de ação efetiva devem contemplar uma diversidade de mídias, nos mais variados processos de ensino e aprendizagem.

Neste artigo, vamos considerar a coleção M³ Matemática Multimídia, que foi desenvolvida para ser utilizada por professores de ensino médio, nas escolas e com seus alunos, de acordo com suas realidades. Esta coleção contém recursos em forma digital de imagens - estáticas e dinâmicas - áudios, vídeos, softwares interativos e texto. Este conteúdo

¹ Docente do Departamento de Matemática Aplicada – IMECC – Unicamp. samuel@ime.unicamp.br

digital tem a grande característica de transferência fácil entre computadores, cópias em mídias variadas como CD, papel, DVD, *pendrives*, *mp3-players*, *iPods* etc, podendo ser vistos, ouvidos ou manipulados nos computadores de mesa ou nos de colo, mais populares na época atual.

Na primeira seção, fazemos um breve histórico sobre a concepção e desenvolvimento da coleção. Na seção 2, resumimos as principais mídias e suas características gerais; nas seções seguintes, apresentamos com algum detalhe as dificuldades enfrentadas para a produção, bem como as possibilidades de utilização de vídeos (seção 3), experimentos (seção 4), áudios (seção 5) e softwares (seção 6) no ensino e aprendizagem de matemática do Ensino Médio. Concluimos, na seção 7, enfatizando os desafios a serem enfrentados pelos alunos e reafirmando as muitas possibilidades de uso de conteúdos digitais no ensino e na aprendizagem de conteúdos de nível médio em geral.

CARACTERÍSTICAS DAS QUATRO MÍDIAS

A coleção M³ Matemática Multimídia contém recursos em vídeos, experimentos, áudios e softwares interativos que visam ampliar as possibilidades metodológicas para o processo de ensino e aprendizagem da matemática.

Os vídeos são programas de 10 minutos cada um, podendo ser utilizados como apresentação individual ou para uma sala regular de alunos, como introdução de conceitos com pouca formalização matemática, ou ainda para aplicações de temas matemáticos em algum contexto bem específico. Eles podem fazer parte de uma série com características distintas: a Série *Matemática na Escola* aborda explicitamente o conteúdo de Ensino Médio de Matemática, enquanto a série *Profissões* trata de trazer depoimentos de profissionais sobre suas profissões, inclusive se, como e quando usam a matemática para desempenhar suas tarefas.

Os vídeos estão disponíveis em formato padronizado para computador ou tocador de DVD e têm resolução suficiente para serem projetados em tela por projetores de multimídia (canhões ou *datashows*). Haverá oportunamente duas outras resoluções: uma apropriada para depósitos públicos como o *YouTube* (baixa resolução), e outra para ser veiculada por emissoras de TV (alta resolução).

Os experimentos são atividades práticas instigantes em que se constrói algum conceito ou formalização matemática, podendo ser feitas em uma ou duas aulas. Estes experimentos

contam com um roteiro explicativo para o professor, uma folha de acompanhamento para os alunos e um guia com informações adicionais ou complementares para o professor.

Os experimentos estão em formato PDF, que atualmente pode ser facilmente visto em telas de computadores ou impresso em impressoras simples, sem perda de diagramação. Cada experimento consiste em atividade que pode durar de uma a duas aulas regulares de ensino médio.

Os áudios são programas divididos em duas partes de 5 minutos cada e podem ser ouvidos em grupo ou individualmente; podem, inclusive, fazer parte de séries com características distintas. As séries são: *Estimativas*; *O que é?*; *Problemas e Soluções*; *Cultura*; *Mátema* e *Rádio*. A série *Estimativas* estimula o cálculo mental aproximado de determinadas grandezas do dia a dia. A série *Problemas e Soluções* apresenta e resolve, em linguagem de rádio-novela, um problema razoavelmente elaborado de matemática. A série *Cultura* tem licença poética para tratar de alguns temas matemáticos com passeios culturais pela história, literatura, música e artes em geral. A série *Mátema* aborda os fundamentos da matemática, mostrando a evolução histórica de alguns assuntos. Finalmente, a série *Rádio* trata de variedades que incluem uma notícia, uma frase famosa, uma piada (usualmente não muito engraçada) e um teorema importante da matemática.

Estes áudios estão em formato mp3, podendo atualmente ser ouvidos em tocadores manuais ou até mesmo em aparelhos de telefone celular.

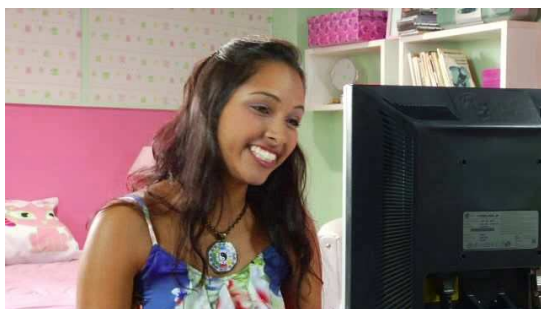
Os softwares são, mais precisamente, atividades com o uso de computadores para o estudo, aplicação ou formalização de conceitos de matemática. Estes softwares contêm várias informações para os alunos, e existe um guia com explicações aprofundadas para o professor. Estes softwares podem ser executados pela internet (em um portal na Unicamp ou no MEC), ou sem conexão à internet - em um computador isolado que conte com alguns recursos como JAVA, navegador moderno com *plugin de flash*.

OS VÍDEOS

A coleção M³ tem 180 vídeos no total, sendo que a série *Matemática na Escola* obviamente é dominante; vamos explicar com detalhes um exemplo de vídeo desta série e apontar as semelhanças e diferenças que existem em relação aos demais vídeos.

O vídeo chamado *Amuleto Mágico* tem como ficção o diálogo de um casal de jovens amigos em torno dos quadrados mágicos. Esta é uma característica geral dos vídeos desta

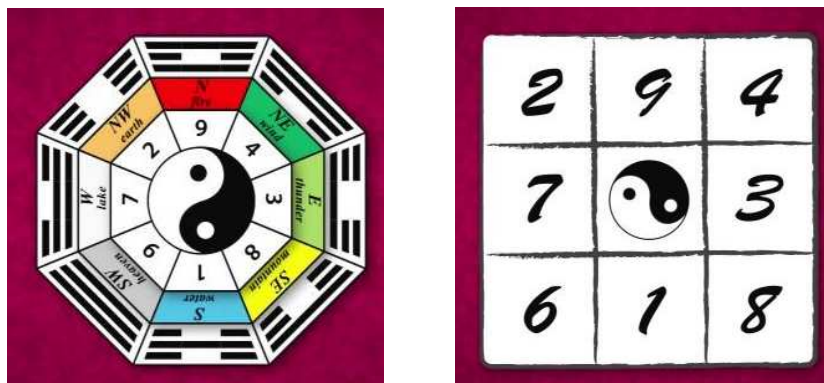
série: uma ficção em que um contexto possível, mas especial, tenha algum conteúdo de matemática que possa ser explorado. Os programas são instigantes para um adolescente e contêm informações culturais e multidisciplinares, sempre que possível. O vídeo deve ter duração de 10 minutos apenas, isto porque um dos objetivos é levar os alunos a fazer comentários, para que o professor então discuta os conteúdos, formalize o assunto e proponha exercícios, problemas e desafios.



As imagens acima mostram os atores deste vídeo. Este tipo de situação é comum nos vídeos da série. Observem que os cenários e atores têm características distintas, bem evidentes. Isto também foi pensado propositalmente, como parte da linguagem televisiva para adolescentes, bastante dinâmica, em contraste com um cenário único, ou mesmo com um vídeo em formato de documentário, com narrações em *off*. A opção que fizemos foi por pequenas ficções independentes. O desafio desta opção é que temos uma grande variedade de atores e atrizes com diferentes atuações, mas consideramos que isto vale a pena para o público alvo da coleção M³.

O conteúdo de matemática aparece da maneira mais suave possível:

- **RAQUEL (off):** Quadrado mágico?
- **TIAGO:** Sim. Veja (as figuras abaixo). Esses números que você está vendo podem ser dispostos em uma tabela. O símbolo central é o yin-yang que, entre outras coisas, significa equilíbrio. O “cinco” é o numero que representa equilíbrio na mitologia chinesa.



O professor pode utilizar este vídeo como motivação ou aplicação de progressão aritmética, transformações por reflexão e rotação. Estas dicas de utilização e sugestões de desafios estão no guia do professor que acompanha cada vídeo.

Algumas informações instigantes estão presentes nos vídeos, podendo ser pontos de partida para pesquisas mais avançadas, dependendo da realidade de cada turma e do programa do professor. Por exemplo, o vídeo apresenta os principais passos para mostrar que um quadrado mágico fundamental de ordem três é único, mas o de ordem quatro tem 880 tipos diferentes e a quantidade de quadrados mágicos de ordens maiores que quatro é enorme. O vídeo traz também informações culturais: Os astrólogos europeus descobriram e associavam os astros aos quadrados mágicos de ordem 3 (Saturno), de ordem 4 (Júpiter), de ordem 5 (Marte) e de ordem 6 (Sol).

A concepção e produção dos roteiros dos vídeos envolveram longas discussões com matemáticos, roteiristas, alunos de matemática, computação e artes. A filmagem, produção e edição dos programas foram feitas por uma produtora comercial, com suporte de nossa equipe e avaliação interna de conteúdo e a aprovação, ou não, do Ministério da Educação.

Cabe observar que os vídeos não pretendem ensinar um conteúdo e sim fazer parte da aula do professor. Alguns vídeos apresentam um resultado final e não devem ser usados como introdução a um assunto. Cada caso deve ser analisado pelo professor.

EXPERIMENTOS

A coleção M^3 tem 59 experimentos, que são atividades desenvolvidas em grupo durante uma ou duas aulas. Os experimentos têm como principal característica algum tipo de atividade manual, propiciando a possibilidade de se levantar hipóteses, colher ou produzir

dados, testar e analisar se as hipóteses estavam corretas ou não. O professor dispõe de um roteiro que pode seguir, se quiser; de um guia com aprofundamentos conceituais, se necessário; e de uma folha que pode ser distribuída aos alunos para acompanhar a atividade. Opcionalmente, a folha do aluno pode ser base para o professor anotar no quadro o procedimento, os passos e as perguntas-chaves do experimento.

Para dar um exemplo característico, vamos ver o experimento chamado *Avalanches*. A ideia é utilizar o equilíbrio crítico (instável) de grãos de feijão (ou pipoca) quando dispostos na forma de pequeno monte. Ao atingir uma configuração, a colocação de mais grãos pode desencadear uma “avalanche” ou um desmoronamento. A intensidade da avalanche pode ser medida pela quantidade de grãos que não ficam no monte. Veja as imagens abaixo: grãos são colocados no copo; alguns não ficam no monte, e o professor coleta as informações da turma no quadro negro.



FEIJÃO	
I	Q
1	□□□□□□□□□□
2	□□□□□□□□
3	□□□□□□
4	□□□□
5	□□
6	□
7	□
8	□
9	□
0	□

O professor pode perguntar se é possível prever uma avalanche de pequena ou grande intensidade e fazer um gráfico experimental da frequência observada. A partir de tal gráfico, podem ser feitas afirmações probabilísticas de avalanches associadas às suas intensidades usando o conceito de logaritmo.

Todos os experimentos têm sugestão de fechamento, sendo que o professor pode concluir as atividades reforçando os principais conteúdos matemáticos.

ÁUDIOS

A coleção M^3 tem 105 áudios. Esta mídia é uma das mais difíceis para se tratar conceitos ou informações de matemática. Imagine explicar uma conta por telefone ou dar aula de geometria no escuro! Por este motivo, desenvolvemos várias séries com características

distintas com o propósito de fornecer ao professor possibilidades de uso com uma ou outra série.

Como exemplo, vou apresentar o áudio chamado *Pontes e Gregos*, que aborda com licença poética o famoso problema dos grafos de Euler. O áudio não pretende esgotar o assunto de maneira alguma, mas pode iniciar vários estudos aprofundados. Esta série *Cultura* tem componentes interdisciplinares que podem ser explorados em conjunto com outros professores do ensino médio, como os de História, Artes, Física, Química e Biologia. Tentem ouvir:

Muito boa tarde para todos! Sejam bem-vindos a mais um programa “Uma palavra... puxa outra”. Aqui, estabelecemos as mais malucas ligações entre os assuntos para que vocês possam entendê-los como um todo e aprender de uma maneira mais divertida. O programa de hoje... surgiu da proposta de Carlos Pontes do Paraná. Ele lançou o desafio por e-mail e como nunca deixamos barato, temos orgulho em apresentar hoje para vocês o famoso...

INSERÇÃO DE UM SOM COMO DE EXPLOÇÃO (BUM) 3’’

Caso das Pontes de Königsberg

É isso aí. E toda nossa rede de assuntos começa... Onde ela começa mesmo?

Ela começa bem longe, lá na cidade de Königsberg (lê-se /koeniksberk/ onde /oe/ lê-se com o biquinho francês do fim de monsieur), antiga capital da Prússia Oriental!

Como acontece com os demais recursos da série, o professor dispõe de um guia com alguns detalhes extras.

Este áudio que dou como exemplo contém bastante informação e é dinâmico. Mesmo assim, não é simples de ser ouvido em uma sala de aula com muitos alunos. Outros áudios têm as mesmas limitações, mas o áudio tem uma grande vantagem: exercita a abstração, uma vez que a atenção deve ser maior para captar o que está sendo ouvido, sem o apoio visual ao qual a maioria de nós está acostumada. Por outro lado, porém, consideramos que este é um material interessante para quem tem limitações visuais.

Desta forma, recomendamos o uso dos áudios em sala de aula com a devida preparação da turma. Ao final, são dois momentos de cinco minutos de pura audição. O professor pode aproveitar estes momentos para escrever algumas informações pertinentes ao

assunto no quadro. Alternativamente, os áudios podem ser ouvidos individualmente pelos alunos, uma vez que o formato digital é compatível com vários dispositivos eletrônicos como rádios, telefones celulares e mp3 players.

SOFTWARES

A coleção M³ tem 34 softwares educacionais que são atividades a serem desenvolvidas por um ou dois alunos com o auxílio do computador. Todos os softwares foram projetados para serem auto-explicativos, mas cabe ao professor escolher o software e o melhor momento para o desenvolvimento deste, em acordo com o seu programa curricular.

Desenvolvemos dois tipos de softwares: o que chamamos de ferramentas e o que chamamos de atividades estruturadas. Os softwares estruturados são bastante interativos, e os alunos são guiados através de perguntas indutoras. As ferramentas são livres para o aluno utilizar em acordo com alguma sugestão própria ou do professor.

Os softwares têm as seguintes exigências de cunho técnico:

Navegador de internet: Firefox 3.0+; (recomendado) ou Internet Explorer 7.0+;

Java Virtual Machine: Sun Java VM1.4+;

Adobe Flash Player: Macromedia Flash Player 9.0.0.

A grande maioria dos PCs modernos satisfaz estas exigências. A outra exigência técnica imposta foi a de que o tamanho total dos arquivos digitais não deveria exceder 10 MB.

Com estas restrições, fizemos algumas escolhas na tentativa de contemplar inovações em termos de linguagem pedagógica, animações visuais e interação efetiva entre o aluno e o programa de computador. O que resultou destas opções e das restrições de ordem pessoal, temporal e técnica foram softwares que são explícitos para auxiliar o ensino e a aprendizagem de um conteúdo razoavelmente elaborado de matemática de ensino médio. A opção de contemplar temas relativamente mais profundos com os softwares foi feita com o argumento pragmático de que para compensar o esforço de uso de um laboratório de informática, o conteúdo deve ter diferencial suficiente em relação a atividades que dispensam o uso do computador.

Como exemplo, vamos apresentar o software chamado *Como comprar sua moto*. Neste software, você fará a simulação da compra de uma moto. Primeiro deverá guardar dinheiro na poupança por um período escolhido para depois dar esse valor de entrada na moto e financiar o restante do valor. E, para facilitar os cálculos, você irá rever alguns conceitos de Progressão Geométrica.



O software é dividido em três atividades. Na primeira atividade, o “fluxo de caixa” (não é este o nome dado ao procedimento no software, para evitar jargões desnecessários) de uma poupança é construído em acordo com os dados inseridos pelo aluno. A segunda atividade trata do financiamento e, finalmente, a terceira atividade pede para que os alunos comparem os resultados entre eles em termos de acúmulo da poupança, juros pagos e tempo de financiamento do bem.

Este software usa conceitos simples de progressão geométrica, mas o mais importante é que a forma sistemática da contabilidade é reforçada, de forma que o aluno possa entender o que está acontecendo em termos de juros compostos, por exemplo.

Os demais softwares educacionais estruturados da coleção M^3 têm características semelhantes. Uma opção polêmica que foi feita no desenvolvimento destes softwares foi a de restringir o aluno a uma atividade, só permitindo o início da próxima quando todas as questões estiverem corretas. Esta opção foi feita por causa da combinação de pelo menos dois fatores:

1. Os softwares são interativos o suficiente para receberem valores numéricos dos alunos em tempo real. Desta forma, as próximas atividades podem depender destes valores e, assim, se eles não estiverem corretos não faria sentido continuar o software.
2. A complexidade de conteúdo e das perguntas é crescente, de forma que se o aluno teve alguma dificuldade em resolver uma parte do software, é importante que ele peça ajuda ao professor ou aos colegas antes de prosseguir. Lembramos que os softwares foram concebidos para serem usados com o professor, que teria o papel fundamental de esclarecer dúvidas dos alunos com dificuldades.

Os maiores desafios para a utilização destes softwares são a precária estrutura das escolas em termos de laboratório de informática, além da resistência natural dos professores

na utilização de ferramentas computacionais que não domina. No entanto, este cenário está mudando gradativamente, e em nossas aplicações-piloto percebemos o entusiasmo dos alunos, o que certamente vai contagiar os ânimos dos professores.

CONCLUSÃO

A escola moderna deve se atualizar com o uso efetivo e eficiente de multimídias digitais, em virtude do avanço e barateamento das tecnologias de informação e comunicação. A coleção M³ Matemática Multimídia vem preencher o vácuo de recursos digitais com linguagens apropriadas para o Ensino Médio.

Com a coleção M³, o professor tem à sua disposição muitas possibilidades de escolhas e combinações dos recursos que mais forem apropriados para o desenvolvimento de seu programa, sua formação e a de seus alunos.

Entendemos que o conhecimento pronto não se transfere de imediato ao aluno, mas que este tem um papel ativo no processo de ensino-aprendizagem. Desta forma, os *experimentos e os softwares* são mediadores e indutores neste processo, pois demandam constante envolvimento do aluno durante as atividades. O professor e os colegas também têm o papel de mediadores, como entendemos a partir de Vygotsky, havendo várias recomendações neste sentido nos guias do professor. Alguns conhecimentos científicos são apenas apresentados aos alunos nos *vídeos e áudios*. Sempre lembramos que os vídeos e áudios, que são apenas de 10 minutos cada um, não são de maneira alguma suficientes para o aprendizado de um aluno. Estes programas áudio visuais devem ser pontos de partida ou finalização de um processo mais ativo de ensino-aprendizagem.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Educação. Ministério da Ciência e Tecnologia. Unicamp. **Coleção M3 Matemática Multimídia**. <http://m3.mat.br>, 2010.

VAN DER VEER, René; VALSINER, Jaan. **Vygotsky – Uma Síntese**. São Paulo: Loyola, 1999.

POLYA, George. **A arte de resolver problemas**. Rio de Janeiro: Interciência, 1977.