

O Programa de Formação Continuada a Distância M@tmídias: Contribuições para o Ensino de Trigonometria

Fábio Henrique Patriarca^{a,b}
Nielce Meneguelo Lobo da Costa^b
Samira Fayez Kfourri da Silva^{b,c}

^a Governo do Estado de São Paulo, Secretaria da Educação, Escola Estadual Adib Miguel Haddad.

^b Universidade Anhanguera de São Paulo (UNIAN-SP), Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, São Paulo, SP, Brasil.

^c Universidade Norte do Paraná (UNOPAR), Programa de Pós-Graduação em Metodologias para Ensino de Linguagens e suas Tecnologias, Londrina, PR, Brasil.

*Recebido para publicação em 20 dez. 2018. Aceito, após revisão, em 27 mar. 2019.
Editor designado: Cláudia Lisete Oliveira Groenwald.*

RESUMO

Este artigo apresenta um recorte de uma pesquisa sobre um Programa de formação continuada a distância para 600 professores de Matemática do Ensino Médio, atuantes em escolas públicas Estaduais de São Paulo, Brasil. O Programa formativo, denominado M@tmídias, teve por foco discutir o uso de objetos de aprendizagem nos processos de ensino de Matemática. O objetivo da pesquisa foi o de identificar as contribuições do uso de tecnologia para ensino de Trigonometria. A fundamentação teórica foi construída pelas ideias de Imbernón em relação à formação continuada, assim como as de Mishra e Koehler quanto ao conhecimento tecnológico pedagógico do conteúdo (TPACK). A pesquisa foi documental e os procedimentos metodológicos foram: 1) Coleta de documentos curriculares e dados históricos do Programa, 2) Seleção e organização dos materiais estocados no AVA do Programa, relacionados ao conteúdo de Trigonometria, 3) Tratamento e análise dos dados. A análise foi interpretativa e de conteúdo, segundo Bardin. Como resultados, nos documentos históricos do Programa M@tmídias, constatou-se que todos os conteúdos de Matemática do Currículo Oficial Paulista para o Ensino Médio foram enfocados e, no primeiro módulo do curso M@tmídias 2, foi estudada a Trigonometria. Foram constatadas evidências de construção de conhecimento do conteúdo matemático, do conhecimento pedagógico do conteúdo e do conhecimento tecnológico do conteúdo, sinalizando possibilidades para construção do conhecimento pedagógico tecnológico do conteúdo (TPACK) dos participantes.

Palavras-chave: Formação Continuada de Professores. Tecnologia Educacional. Objetos de Aprendizagem. Trigonometria. TPACK.

The Continuing Distance Education Program M@tmídias: Contributions to the Teaching of Trigonometry

ABSTRACT

This article presents a clipping of research on a Continuing Distance Learning Program for 600 High School Math Teacher acting in public schools of São Paulo state, Brazil. The formative

Autor correspondente: Fábio Henrique Patriarca. E-mail: patriark@uol.com.br

Program entitled M@tmídias aimed to discuss the use of Learning Objects in the Mathematics teaching process. The research objective was to identify contributions of the use of technology for teaching Trigonometry. The theoretical base was developed by Imberón's ideas on continuing teachers' education, as well as the ones of Mishra and Koehler regarding pedagogical technological content knowledge (TPACK). The research was documentary, and the methodological procedures were: 1) Collection of curricular documents and historical data of the investigated Program; 2) Selection and organisation of the materials related to the Trigonometry content, stored in the Program's VLE; 3) Treatment and data analysis. The analysis was interpretative and of content, according to Bardin. As a result, in the M@tmídias Program's historical documents, was verified that all the Mathematics contents from the High School curriculum of São Paulo State were discussed and, in the first module of the course M@tmídias 2, was studied Trigonometry. We verified evidence of participants' construction of mathematical content knowledge, pedagogical knowledge and technological content knowledge, showing possibilities to the construction of pedagogical technological content knowledge (TPACK) of the participants.

Keywords: Continuing Teacher Education. Educational technology. Learning Objects. Trigonometry.

INTRODUÇÃO

A pesquisa que subsidia este estudo foi desenvolvida no contexto de um Programa de formação continuada intitulado "M@tmídias". Esse Programa, foi desenvolvido e implementado pela Escola de Formação e Aperfeiçoamento de Professores do Estado de São Paulo (EFAP/SP), e teve por finalidade, subsidiar a utilização, em sala de aula, de recursos tecnológicos, tais como: vídeo, áudios, softwares e experimentos. Todas as atividades propostas no Programa foram aliadas à Situações de Aprendizagens constantes nos Cadernos do Professor e do Aluno, materiais impressos disponíveis nas escolas públicas estaduais de São Paulo.

A pesquisa foi delimitada à investigação da segunda edição do Curso de Formação Continuada de Professores de Matemática do Ensino Médio, denominado: M@tmídias 2 – Objetos de Aprendizagem multimídia para o ensino de Matemática. Tal Curso contemplou, entre outros, o ensino de trigonometria e teve como público-alvo professores atuantes no segundo ano do Ensino Médio. Este curso foi composto por cinco módulos, sendo os quatro primeiros para estudo de objetos de aprendizagem, aos quais foram atreladas atividades avaliativas, a saber: um fórum de discussão, uma questão dissertativa e uma questão objetiva. O quinto módulo propôs uma atividade didática de vivência em sala de aula, na qual os cursistas deveriam aplicar aos seus alunos um objeto de aprendizagem – associado sempre ao conteúdo curricular da respectiva série. Deveriam ainda documentar a aplicação, produzindo um relatório a ser anexado no ambiente virtual de aprendizagem do curso (AVA – EFAP).

Vale ressaltar que o ensino de Trigonometria tem sido considerado como um grande desafio para os professores da rede pública estadual paulista, pois, como afirma Amaral (2002), "é o conteúdo considerado como um dos de mais difícil compreensão dos alunos, acreditamos que essa dificuldade se deva ao seu grau de abstração e a forma expositivo-transmissiva em que é ensinada" (p.11). Assim sendo, partimos do pressuposto que um

curso de formação continuada que discuta com os professores metodologias com uso de tecnologia pode impactar a prática docente e auxiliar a quebrar a forma puramente expositiva como o conteúdo de trigonometria tem sido abordado em sala de aula.

Para impulsionar a prática pedagógica e auxiliar a aprendizagem dos alunos é importante integrar a tecnologia ao ensino. No entanto, será que a escola integra novas tecnologias à sala de aula? Em nosso entender, o uso desses recursos deve auxiliar na aproximação entre alunos e professores, deve estar adaptado ao projeto pedagógico da escola e o corpo docente deve estar preparado para este uso.

Segundo Moran (2013, p; 89),

As tecnologias chegaram à escola, mas estas sempre privilegiaram mais o controle, a modernização da infraestrutura e a gestão, do que a mudança. Os programas de gestão administrativa estão mais desenvolvidos do que os voltados à aprendizagem. Há avanços na virtualização da aprendizagem, mas só conseguem arranhar superficialmente a estrutura pesada em que estão estruturados os vários níveis de ensino.

As ideias de Moran (2013) vão ao encontro do que vivemos em nossas escolas hoje, temos computadores, mas muitas vezes só há investimento para a parte administrativa e a parte pedagógica nem sempre recebe atenção. O professor que tenta usar os recursos disponibilizados pela escola, em geral tem que fazê-lo sozinho, o auxílio pedagógico que recebe normalmente é mínimo ou inexistente.

Bittar, Guimaraes, & Vasconcelos (2008, p.86) coadunam com as ideias de Moran e complementam:

[...] para nós o que tem sido feito na maioria das escolas, é a inserção da tecnologia, os professores usam, mas sem que isso provoque uma aprendizagem diferente do que se fazia antes e, mais que isso, o computador fica sendo um instrumento estranho à prática pedagógica, usado em situações extraclasse que não serão avaliadas.

Algumas escolas têm computadores disponíveis para o uso dos professores, entretanto para muitos deles, as tecnologias são ferramentas estranhas à prática. Quanto às inserem muitas vezes o fazem de forma desarticulada ao currículo e ao dia a dia da sala de aula, o que significa dizer que não ocorre integração dessa tecnologia, apenas inserção.

Tanto Moran (2013) quanto Bittar, Guimaraes, & Vasconcelos (2008) enfatizam que geralmente há investimento nas Instituições de ensino para a inserção de tecnologias, mas a maior parte dele costuma ser para o setor administrativo. Entretanto, nem sempre se investe no desenvolvimento de estratégias pedagógicas inovadoras com uso de tecnologia e quando há investimento esse costuma ser pontual. Como consequência, o professor usa esporadicamente os recursos, de modo que a tecnologia não faz parte do cotidiano de suas aulas. Além disso, ele costuma enfrentar outros problemas, tais como o de infraestrutura das escolas, com o número de computadores insuficiente, a internet

nem sempre de qualidade, problemas estes que podem interferir para integrar a tecnologia à prática docente.

Neste artigo privilegiamos a discussão de um recorte da pesquisa, referente ao curso M@tmidias 2, no qual foram empreendidas atividades para ensino de trigonometria com tecnologias, procurando subsidiar a prática docente. Entre as atividades estão um fórum de discussão, uma questão dissertativa e uma questão objetiva que serão neste texto descritas e analisadas.

REFERENCIAL TEÓRICO

O recorte da pesquisa aqui apresentado, teve suporte teórico quanto à formação continuada nos estudos de Imbernón (2000; 2010) e ao Conhecimento Profissional Docente nos estudos de Mishra e Koehler (2005, 2006), os quais discutimos a seguir.

No tocante à formação continuada de professores, entendemos que ela deve auxiliá-lo a reconstruir a prática e a construir novos conhecimentos, a fim de aprimorar cada vez mais a qualidade de ensino que é oferecida aos alunos. Neste aspecto nos apoiamos em Imbernón (2000; p.49), para o qual a formação continuada, deve “fomentar o desenvolvimento pessoal, profissional e institucional do professorado, potencializando um trabalho colaborativo para mudar a prática”.

Para Imbernón (2000; p.49), uma formação continuada deve centrar-se em cinco princípios:

1. A reflexão prático-teórica sobre a própria prática, mediante uma análise da realidade educacional e social de seu país, sua compreensão, interpretação e intervenção sobre a mesma realidade. A capacidade dos professores de gerar conhecimento pedagógico por meio da análise da prática educativa.
2. A troca de experiências, escolares, de vida, etc. e a reflexão entre indivíduos iguais para possibilitar a atualização em todos os campos de intervenção educacional e aumentar a comunicação entre os professores.
3. A união da formação a um projeto de trabalho, e não ao contrário (primeiro realizar a formação e depois um projeto).
4. A formação como arma crítica contra práticas laborais como a hierarquia, o sexismo, a proletarização, o individualismo e etc., e contra práticas sociais, como a exclusão e a intolerância.
5. O desenvolvimento profissional da instituição educacional mediante o trabalho colaborativo, reconhecendo que a escola está constituída por todos e coincidimos na intenção de transformar essa prática. Possibilitar a passagem da experiência de inovação isolada e celular para a inovação institucional.

Com isso, na profissão docente, o Professor necessita mobilizar vários conhecimentos a fim de planejar, desenvolver e avaliar suas ações pedagógicas trata-se de um contexto de atuação. Na pesquisa nos atentamos a esses princípios, relacionados por Imbernón, procurando identificar se estão presentes no Programa de formação continuada investigado.

Em relação ao Conhecimento Profissional Docente, que integra o aporte teórico da pesquisa, um Programa de Formação Continuada deve considerar que os professores precisam de uma base de conhecimentos para servir de alicerce às tomadas de decisão em seu trabalho docente. Para a construção desses conhecimentos, Mishra & Koehler (2006) partindo das ideias de Shulman, propuseram um modelo explicando suas posições sobre os conhecimentos necessários ao professor: os específicos, os pedagógicos e os tecnológicos. O Modelo TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge), Conhecimento Tecnológico e Pedagógico do Conteúdo, desenvolvido por Mishra & Koehler (2006) pode nos ajudar na compreensão dos conhecimentos necessários ao professor para ensinar com uso de Tecnologia da Informação e Comunicação.

O Modelo TPACK foi construído a partir das ideias da Base de Conhecimento de Schulman (1987), especificamente aquelas relativas ao Conhecimento Pedagógico do Conteúdo, que se encontra na intersecção do Conhecimento Pedagógico com o Conhecimento do Conteúdo. Mishra e Khoeler integraram à base de conhecimentos o Conhecimento Tecnológico.

Este conhecimento, na verdade, é mais do que apenas a junção entre o conhecimento de conteúdo, o conhecimento pedagógico e o conhecimento tecnológico. Ele é complexo e envolve o ensino de conteúdos curriculares por meio de técnicas pedagógicas, métodos ou estratégias de ensino, que utilizam adequadamente tecnologia para ensinar de forma diferenciada e de acordo com as necessidades dos alunos.

O TPACK se apoia na ação docente, cuja construção se dá na prática pedagógica. Mishra & Koehler (2006) o definem como o conhecimento necessário ao Professor de como utilizar a tecnologia para o ensino de qualidade do conteúdo, usando suas bases de maneira integrada e observando suas relações complexas:

Conhecimento tecnológico e pedagógico do conteúdo é uma forma emergente de conhecimento que vai além de todos os três componentes (conteúdo, pedagogia e tecnologia) [...]. A integração da tecnologia produtiva no ensino precisa considerar todas as três questões não isoladamente, mas dentro das complexas relações no sistema definido pelos três elementos-chave. (Mishra & Koehler, 2006, p.1028-1029)

Assim sendo, o Modelo TPACK identifica a base para o ensino eficaz e altamente qualificado, que engloba a integração de tecnologias e pedagogia, que os professores adeptos usam quando ensinam conteúdos curriculares. Assim, de acordo com esse modelo, carece ao Professor dominar os três campos de conhecimento e suas relações, para desenvolver a docência.

O CONTEXTO DA PESQUISA: METODOLOGIA DO ESTUDO

A metodologia da pesquisa foi a documental inserida no grupo das investigações qualitativas. Seguindo Gil (2008) esta pesquisa qualitativa se classifica, quanto aos fins, como exploratória e descritiva. Consideramos como sendo pesquisa exploratória, pois

busca identificar as possibilidades de uma formação continuada a distância para auxiliar o professor a (1) integrar tecnologia ao ensinar e (2) a construir conhecimento pedagógico tecnológico do conteúdo. A pesquisa foi descritiva, pois considerou e descreveu as percepções de professores participantes do curso. Quanto aos meios, a investigação se inseriu na categoria bibliográfica e documental, uma vez que foram utilizadas fontes bibliográficas para a compreensão do contexto da pesquisa e documentos tais como, regulamentos, guias para cursistas e tutores, questionários de avaliação, etc., de modo a responder as questões de pesquisa.

O uso de documentos em uma pesquisa deve ser valorizado e apreciado, pois de acordo com Cellard (2008), deles podemos extrair e resgatar uma riqueza de informações, ampliar o entendimento de objetos cuja compreensão necessita de contextualização histórica e sociocultural. Em suas palavras:

[...] o documento escrito constitui uma fonte extremamente preciosa para todo pesquisador nas ciências sociais. Ele é, evidentemente, insubstituível em qualquer reconstituição referente a um passado relativamente distante, pois não é raro que ele represente a quase totalidade dos vestígios da atividade humana em determinadas épocas. Além disso, muito frequentemente, ele permanece como o único testemunho de atividades particulares ocorridas num passado recente. (Cellard, 2008, p.295)

Concordamos com o autor quando este afirma que um documento pode ser o único testemunho de um acontecimento, frequente ou num passado. Enfatizamos que, no caso deste estudo, estão estocados no AVA documentos e os registros da realização *on-line* do Curso M@tímidias 2, os quais testemunham o ocorrido.

Segundo Gil (2008), na pesquisa documental se utilizam materiais que ainda não receberam tratamento analítico ou podem ser reelaborados de acordo com os objetivos da pesquisa. Além de analisar os documentos de “primeira mão” existem também aqueles já processados, mas que podem receber outras interpretações. Assim sendo, esta pesquisa vai nesse sentido, pois os materiais analisados são documentos de “primeira mão” recebendo o primeiro tratamento nesta pesquisa.

A pesquisa se desenvolveu em três etapas:

- Etapa 1: Coleta de documentos curriculares e dados históricos do Programa M@tímidias relativos à concepção e estrutura.
- Etapa 2: Seleção e organização dos materiais estocados no ambiente virtual de aprendizagem do Curso analisado (AVA– EFAP) relacionados ao conteúdo de Trigonometria,
- Etapa 3: Tratamento, análise interpretativa dos dados e estabelecimento das conclusões.

A análise dos dados foi interpretativa, pelo método de análise de conteúdo e análise documental segundo Bardin (2011).

Entendemos análise interpretativa aquela na qual, como explicita Severino (2007, p.94), o pesquisador “[...] adota uma posição a respeito de ideias enunciadas, superar a estrita mensagem do texto, é ler nas entrelinhas, forçar o autor a um diálogo, é explorar a fecundidade das ideias expostas, é cotejá-las com outros, é dialogar com o autor...”. O que significa que, a partir dos dados coletados, o investigador toma uma posição própria, interpretando-os a partir de sua visão e referencial teórico de apoio.

Optamos por empreender a análise pelo método da análise de conteúdo e, também, por análise documental. Enfatizamos que tais métodos são semelhantes em alguns procedimentos, entretanto existem diferenças essenciais entre eles. Para Bardin (2011), a análise documental trabalha com documentos; diferentemente da análise de conteúdo que analisa mensagens (comunicação). Para a autora, a análise documental se realiza principalmente, por classificação-indexação; sendo tal tipo de análise categórica temática uma das técnicas comuns entre ela e a da análise de conteúdo, entretanto “o objetivo da análise documental é a representação condensada da informação, para consulta e armazenamento [enquanto] o da análise de conteúdo é a manipulação de mensagens (conteúdos e expressão desse conteúdo) para evidenciar os indicadores que permitam inferir sobre uma outra realidade que não a da mensagem” (Bardin, 2011). Nesta pesquisa, os registros dos cursistas referentes à questão dissertativa, ao fórum de discussão investigados foram lidos, identificadas as semelhanças e as diferenças por meio de tabelas condensadas no Excel, e então, agrupados os registros de modo a evidenciar categorias de análise. A partir do estabelecimento dessas categorias, a análise foi interpretativa utilizando análise de conteúdo e análise documental.

O Programa M@Tmídias

O Programa teve por objetivos: 1) oferecer formação continuada aos professores de matemática do ensino médio da rede estadual, discutindo metodologias para uso de objetos de aprendizagem em mídias diversas, como material “complementar” para a aplicação do currículo, de forma coerente com a política pedagógica da SEESP; 2) propiciar a reflexão e a socialização entre os professores de Matemática do Ensino Médio sobre o uso de objetos de aprendizagem no processo de ensino e de aprendizagem de matemática, por meio da interação no Ambiente Virtual de Aprendizagem – AVA-EFAP e 3) criar condições para que o professor utilize materiais desenvolvidos por outras instituições, que estão disponíveis gratuitamente na internet e que podem enriquecer o desenvolvimento do currículo de matemática.

Assim sendo, entendemos que o foco principal do Programa foi o de promover formação continuada para professores de matemática da rede voltadas ao desenvolvimento da prática com os recursos tecnológicos atrelados ao currículo do Ensino Médio, como meio auxiliar nos processos de ensino e de aprendizagem. Além disso, o Programa objetivou possibilitar a discussão e a reflexão sobre a prática, em ambiente virtual de aprendizagem, o AVA-EFAP. O Programa se propõe, ainda, a auxiliar o professor a utilizar recursos digitais gratuitos e disponíveis na internet.

Para atingir os objetivos propostos, o Projeto Básico do Programa indicou a proposição de cursos e a metodologia para o desenvolvimento e implementação desses cursos. Foram três cursos *on-line*: M@tmídias 1 – Objetos de aprendizagem com

multimídias destinado preferencialmente aos professores de 1º ano do Ensino Médio, M@tmídias 2 – Objetos de aprendizagem com multimídias – ofertado aos professores de 2º ano do Ensino Médio e M@tmídias 3 – Objetos de aprendizagem com multimídias –preferencialmente proposto aos professores de 3º ano do Ensino Médio, com o intuito de prepará-los para utilizar na sala de aula recursos tecnológicos atrelados às Situações de Aprendizagem que estão no Caderno do Professor e no Caderno do Aluno, materiais esses que compõem o Currículo Oficial do Estado de São Paulo, de tal modo que eles possam oportunizar aos seus alunos a construção de conhecimentos matemáticos aliados às tecnologias. O Projeto Básico do Programa indica que cada curso seja ambientado em plataforma *on-line* com acompanhamento dos cursistas por meio de professores tutores e coordenadores. Assim sendo, entendemos que o professor tutor precisaria ter o conhecimento pedagógico tecnológico do conteúdo (TPACK) da forma como definido por Mishra e Koehler. Ele precisa “ter o conhecimento sobre o assunto a ser ensinado ou aprendido”, precisa “ter conhecimento originado de diferentes campos, como a Pedagogia, o Currículo e a Didática, que se aplica ao aprendizado” e precisa ter “o conhecimento sobre as tecnologias padrão, como livros, giz e quadro-negro, e tecnologias mais avançadas, como a Internet e vídeo digital”. Interpretamos que, segundo o que defendem Mishra e Koehler, com esses conhecimentos o professor tutor desempenhará seu trabalho, intervindo nos fóruns, argumentando ao corrigir as questões dissertativas, e conhecimentos da tecnologia para orientar sua turma. Os tutores e coordenadores devem ter o conhecimento do conteúdo, neste caso conhecimento matemático (MK), o conhecimento pedagógico (PK), o conhecimento tecnológico (TK) e suas intersecções, conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK), o conhecimento pedagógico tecnológico (TPK) e o conhecimento tecnológico do conteúdo (TCK), pois devem elaborar orientando quanto às ações de tutoria.

Cada curso do Programa M@tmídias foi composto por 5 módulos, oferecido totalmente a distância, pelo Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA-EFAP), com duração de 12h cada módulo. A Figura 1 apresenta esquema que ilustra tal estrutura.



Figura 1. Estrutura de cada Curso do Programa M@tmídias 2 (Patriarca, 2016, p.98).

Em cada um dos quatro primeiros módulos são estudados três objetos de aprendizagem, com uma atividade avaliativa associada a cada um. São elas: um fórum de discussão ou uma questão dissertativa ou uma questão objetiva. De um módulo para outro a ordem de apresentação das atividades pode ser diferente, mas seguindo esse padrão. O módulo cinco de cada curso propõe uma atividade de vivência, na qual os cursistas devem aplicar na prática um objeto de aprendizagem, associado ao currículo de Matemática, documentar a aplicação e produzir um relatório a ser anexado no AVA–EFAP.

Os módulos dos cursos contemplam todos o currículo da disciplina matemática do Ensino Médio, neste texto discutiremos as atividades relativas ao módulo 1 do curso M@tmídias 2, para a segunda série do Ensino Médio, relativo à Trigonometria.

Atividades de Trigonometria: Contribuições para o Ensino

No módulo analisado, foram desenvolvidas três atividades: uma questão dissertativa, um fórum de discussão e uma questão objetiva. Cada atividade se relaciona a um objeto de aprendizagem, retirado do repositório denominado M3 da Universidade Estadual de Campinas – Unicamp, disponível em www.m3.ime.unicamp.br.

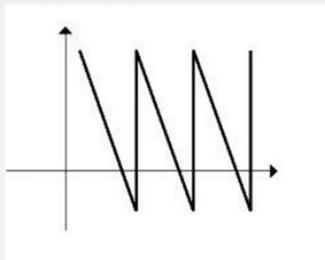
A questão dissertativa se referia ao primeiro objeto de aprendizagem estudado, no caso, o vídeo “A Dança do Sol” que tinha como foco o estudo da periodicidade e o movimento Leste-Oeste do sol.

A questão dissertativa apresentada aos cursistas no estudo desse objeto de aprendizagem foi a seguinte:

1. Uma atividade da Situação de Aprendizagem 1 do Caderno do Professor, volume 1, da 2.ª série do Ensino Médio (versão 2009), propõe que o professor solicite ao aluno que registre o comprimento da sombra de uma estaca vertical em função do horário, durante alguns dias. Após o registro, a SA propõe a seguinte atividade:

“Representem em um gráfico cartesiano a evolução do comprimento da sombra da estaca durante a passagem de, por exemplo, 3 dias.”

Suponha que um aluno tenha esboçado o seguinte gráfico para representar a evolução do comprimento da sombra da estaca vertical:



a) Aponte quais questionamentos podem ser feitos ao aluno, a partir do gráfico produzido, para que ele reconheça que alguns fenômenos periódicos podem ser representados por funções trigonométricas.

b) Na coleção **Matemática Multimídia**, há objetos que podem ser utilizados para a execução do item a. Pesquise e aponte o(s) *link(s)* referentes aos objetos encontrados, justificando a(s) sua(s) escolha(s).

Figura 2. Questão Dissertativa – Comprimento de onda (Patriarca, 2016, p.109) .

Essa atividade aborda uma situação hipotética na qual o aluno representou o esboço de um gráfico contendo a evolução da sombra na estaca vertical. Os cursistas devem responder duas questões ligadas ao tipo de intervenção que o professor pode fazer em sua sala de aula. Essa questão é parte integrante da avaliação.

Entendemos que, a proposta dessa atividade pode levar o professor a reflexões sobre o ensino de Matemática e a articular os conhecimentos que construídos no curso com seus conhecimentos pedagógicos e de conteúdo (Shulman, 1987). Isso fica evidenciado nas respostas de cursistas extraídas do AVA, para a pergunta: “Aponte quais questionamentos podem ser feitos ao aluno, a partir do gráfico produzido, para que ele reconheça que alguns fenômenos periódicos podem ser representados por funções trigonométricas”.

Como exemplo, os excertos abaixo:

Prof. QD1 Podemos perguntar ao aluno:

O que significa “fenômeno periódico”?

O sol se põe de maneira radical? Por exemplo, às 18:00 “vira noite”. É assim o que acontece?

Ou será que o Sol vai se “escondendo” devagarinho?

No gráfico que o aluno construiu o Sol se “esconde” de que maneira? Rapidamente ou devagarinho?

Vamos imaginar que ele cruza o eixo das abscissas na vertical num ângulo de 90° às 18:00. O que aconteceria às 17:59 h?

O professor QD1 atendeu plenamente a solicitação da questão. Apresenta os questionamentos para os alunos, demonstra que houve uma mobilização do conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK), pois cria situações do cotidiano dos alunos para que consigam compreender os questionamentos a eles propostos.

Prof. QD2 Poderia perguntar se a variação que ele percebeu da sombra era sempre constante (nos mesmos horários), aumentando ou diminuindo sempre na mesma proporção, o que caracterizaria a representação por meio de retas. Por quê no gráfico dele a sombra aumenta bruscamente em um único instante e depois diminui de forma uniforme. Perguntar por quê no gráfico aparecem medições no 4º quadrante, se estamos representando o comprimento da sombra da estaca.

O professor QD2 atendeu ao solicitado na questão, relacionando a situação com o conteúdo estudado, mostra evidências de conhecimento matemático (MK) quando usou a linguagem própria da Matemática e também evidências de conhecimento pedagógico (PK) quando relacionou os questionamentos com o dia a dia dos alunos, portanto conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK).

Prof. QD3 A própria atividade já trás questionamentos interessantes e além destes podemos fazer outros, como: o período no qual os fenômenos se repetem; se há

simetria no traçado do gráfico e porque ela ocorre; se este fenômeno acaba no ponto representado em seu gráfico; que função representaria este fenômeno, etc.

O professor QD3 demonstrou evidências do conhecimento matemático (MK), quando em seu questionamento sugeriu uma reflexão sobre simetria, atendeu também a solicitação da questão. Do mesmo modo que nos exemplos anteriores houve evidência de mobilização de conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK).

A questão de letra (b), com o seguinte enunciado: “Na coleção Matemática Multimídia, há objetos que podem ser utilizados para a execução do item a. Pesquise e aponte o(s) *link(s)* referente(s) aos objetos encontrados, justificando a(s) sua(s) escolha(s)”.

Como exemplos de resoluções de cursistas, apresentamos os excertos a seguir:

Prof. QD1 <http://m3.ime.unicamp.br/recursos/1080>. A dança do Sol, mesmo vídeo utilizado neste curso, onde há a observação do caminho que o Sol percorre e relaciona-se o mesmo com a construção de uma casa ou barracão;

<http://m3.ime.unicamp.br/recursos/1284>. Apresenta a trigonometria como instrumento dentro da história da humanidade, como instrumento que é e foi muito importante nas principais construções humanas.

Podemos observar que o professor QD1 propôs links, como solicitado na questão dissertativa, notamos que o cursista pesquisou para relacionar os dois itens da questão. Isso nos leva a concluir que houve indícios de Integração de Tecnologia ao Ensino (PIE), na proposta do professor, pois introduziu tecnologia para ensinar a Trigonometria, propondo o uso de objetos de aprendizagem indicados para o estudo.

Prof. QD2 Encontrei alguns objetos que poderiam ser utilizados para representar a função na coleção M³, no link: “<http://m3.ime.unicamp.br/recursos/search:fun%C3%A7%C3%B5es+trigonom%C3%A9tricas>”, conforme segue abaixo:

As curvas de Lissajous (software), Tempestades Solares (áudio), Senos (áudio), Ondas Trigonométricas (software), que acredito ser o mais indicado, pois através dele podemos modelar as mais diversas situações através de dados experimentais ou observacionais, fazendo ajustes aproximados a funções elementares e permitindo a construção do gráfico para a representação da mesma.

Podemos observar que professor QD2, atendeu à solicitação da questão, houve indícios de mobilização de conhecimento pedagógico tecnológico do conteúdo (TPACK) quando o cursista analisou e concluiu que o software “Ondas Trigonométricas” era o mais indicado para modelar diversas situações que envolvem fenômenos periódicos.

Prof. QD3 Para fundamentar os questionamentos como os anteriores é interessante que sejam trabalhados objetos educativos, levando o aluno a conceituar os fenômenos periódicos. Para tanto sugiro que sejam trabalhados os objetos abaixo:

O Vídeo “A dança do sol” (<http://m3.ime.unicamp.br/recursos/1080>) é muito interessante por se tratar de uma situação real e que provoca curiosidade, tornando o aprendizado significativo a medida que o professor pode solicitar aos alunos que observem, em casa, como se comporta o sol durante um certo período, criando uma tabela para posteriormente montarem o gráfico.

Com o experimento “A Roda Gigante” <http://www.m3.ime.unicamp.br/recursos/1033>) será possível introduzir conceitos de movimentos oscilatórios, períodos e pontos de máximo e mínimos de funções periódicas. A atividade envolve a construção de uma roda-gigante em tamanho reduzido feita de material reciclável.

No software “Ondas Trigonômicas” (<http://m3.ime.unicamp.br/recursos/1240>), o aluno poderá estudar fenômenos periódicos e aprender a modelar tais fenômenos variando os parâmetros de uma função seno do tipo $f(x)=a*\text{sen}(b*x+c)+d$.

Os alunos verão que essa função pode ser aplicada para modelar as mais diversas situações, como, por exemplo, a rotação de uma roda gigante, as oscilações da maré ou o brilho de uma estrela.

Na resposta dada à questão, o cursista professor QD3 explicitou os objetos de aprendizagem que utilizaria e acrescentou os links como está solicitado. Assim percebemos que o referido cursista relacionou os dois itens (a e b) da questão dissertativa. Isso nos leva a concluir que houve indícios da presença da categoria Integração de Tecnologia ao Ensino (PIE) e também mobilização de conhecimento pedagógico tecnológico do conteúdo (TPACK) na proposta do professor.

A questão dissertativa, com seus itens (a e b), atendeu ao primeiro princípio de (Imbernón, 2010), considerado fundamental na formação continuada, qual seja: a reflexão prático-teórica sobre a própria prática, gerando assim conhecimento pedagógico. A questão promoveu reflexões sobre o ensino de Matemática e auxiliou a articular os conhecimentos que estão sendo construídos no curso com os conhecimentos pedagógicos dos professores cursistas. A possibilidade de o professor relacionar a teoria com o dia a dia dos alunos, utilizando situações do cotidiano pode ter auxiliado na construção de conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK). Sendo assim, com essa proposta, concluímos que o curso auxiliou o professor na mobilização de conhecimento pedagógico tecnológico do conteúdo (TPACK) enquanto os cursistas analisavam qual objeto de aprendizagem era o mais indicado para modelar determinada situação.

O fórum de discussão estava relacionado ao segundo objeto de aprendizagem estudado, o experimento “A Roda Gigante”, que propõe um aprofundamento no estudo dos fenômenos periódicos, na construção de gráficos da função nos seno, cosseno, através da construção de uma miniatura de uma roda gigante. A provocação do fórum de discussão, no qual todos os cursistas deveriam participar, está na figura abaixo.

A Situação de Aprendizagem 2 propõe a interpretação de fenômenos periódicos, que podem ser representados por funções trigonométricas. De acordo com o Caderno do Professor (versão 2009), "um ponto girando em torno de uma circunferência é o modelo ideal para analisar a periodicidade de determinados fenômenos e para expressá-la por intermédio de equações matemáticas".

Como analogia, foi proposta, neste curso, a realização do experimento *A roda-gigante*, em que os estudantes medem as alturas de um banquinho da roda-gigante de acordo com o ângulo correspondente ao giro.

Discuta com seus colegas e tutor como você poderia abordar com os alunos a representação das medidas das alturas do banquinho da roda-gigante, relacionadas com o ângulo, a fim de que compreendam que:

- o fenômeno pode ser expresso por uma função trigonométrica e;
- o formato da onda que se apresenta nesse gráfico é de mesma natureza do que foi esboçado na Situação de Aprendizagem 1.

Figura 3. Tela do Fórum de discussão (Patriarca, 2016, p.115).

A discussão no fórum girou em torno de como discutir com os alunos o experimento “A Roda Gigante” a fim de compreenderem a função trigonométrica e o formato de onda que o gráfico apresenta.

Entendemos que o fórum de discussão possibilitou ao professor, a partir da vivência do objeto de aprendizagem, discutir com seus pares no curso, o que poderá ter auxiliado a construir conhecimentos pedagógicos (PK) e do conteúdo (CK), podendo desenvolver, em consequência, o Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK).

Isso se evidencia nos excertos retirados do fórum sobre o objeto de aprendizagem “A Roda Gigante”:

3/8/2014 11:54 ...CREIO QUE O PONTO CRUCIAL NESTA ATIVIDADE ESTÁ NAS REPETIÇÕES QUE ACONTECEM, PRINCIPALMENTE DEPOIS QUE A RODA GIGANTE COMPLETA UMA VOLTA. EM GERAL, OS ALUNOS ESTÃO HABITUADOS A SE ATENTAREM A FENÔMENOS QUE NÃO APRESENTAM PERIODICIDADE. NESTE OS MOVIMENTOS SÃO ACOMPANHADOS PELA COLETA DE INFORMAÇÕES E MEDIDAS DECORRENTES. JULGO A ATIVIDADE PRODUTIVA E EDIFICANTE NO TOCANTE À CONSTRUÇÃO DE CONCEITOS.

No excerto identificamos a mobilização do conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK), uma vez que o cursista consegue verificar no experimento a periodicidade e também a importância dessas informações para a construção de conhecimento por parte de seus alunos.

4/8/2014 12:19 ...TAMBÉM PENSO QUE A REALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO FAVORECE O DESENVOLVIMENTO DOS CONCEITOS ENVOLVIDOS DE FORMA INVESTIGATIVA E SIGNIFICATIVA. [...] MAS, O QUE

MAIS GOSTO NO TRABALHO ARTICULADO COM O CURRÍCULO, É O QUANTO GANHAMOS NA SISTEMATIZAÇÃO DOS CONCEITOS TRIGONÔMÉTRICOS ENVOLVIDOS, DE FORMA SIGNIFICATIVA E CONTEXTUALIZADA.

Esse trecho evidencia a mobilização do conhecimento pedagógico (PK) pelo cursista que observa as várias sistematizações do conteúdo de trigonometria envolvidas nesse experimento.

25/7/2014 17:37 SEM DÚVIDA, CONSTRUIR UMA RODA-GIGANTE COM PAPELÃO, SERÁ ALGO BEM LÚDICO; E AINDA, FAZER AS MEDIÇÕES, TABELAR OS VALORES ENCONTRADOS, SERVIRÃO PARA UM MELHOR ENTENDIMENTO DOS GRÁFICOS DE FUNÇÕES PERIÓDICAS. QUANTO AO QUESTIONAMENTO INICIAL DO FÓRUM, CREIO QUE, QUANDO O ALUNO REPRESENTAR NO SISTEMA CARTESIANO OS PONTOS OBTIDOS PELA MEDIÇÃO DAS ALTURAS RELACIONADAS AOS ÂNGULOS, DEVE-SE ATENTAR PARA O PERÍODO DE 2π , QUE É O MESMO DAS FUNÇÕES SENO E COSENSO, E AINDA, A PRESENÇA DAS MESMAS ALTURAS INTERMEDIÁRIAS, TAMBÉM OCORREM COM OS VALORES DE SENO E COSENSO PARA PARES DE ÂNGULOS COM MEDIDAS SIMÉTRICAS NA CIRCUNFERÊNCIA TRIGONÔMÉTRICA. TAMBÉM, DEVEM OBSERVAR QUE, PARA CADA VOLTA DO BANQUINHO, TUDO SE REPETE, O QUE ACONTECIA AO TENTAREM ESBOÇAR O COMPRIMENTO DA SOMBRA DA ESTACA DURANTE ALGUNS DIAS DE OBSERVAÇÃO (PERIODICIDADE).

Nessa contribuição do cursista acima, podemos constatar que há relação entre o conteúdo matemático (MK) e o experimento “Roda Gigante” e a prática em sala de aula, concluímos que há possibilidade de o curso ter contribuído para o desenvolvimento do conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK).

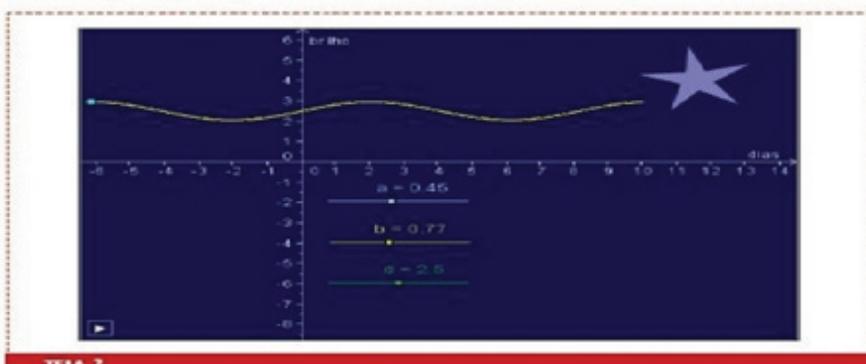
Identificamos que a proposta de discussão pelos cursistas através do fórum atende ao segundo princípio de (Imbernón, 2010) como sendo fundamental na formação continuada, qual seja, promover a troca de experiências, escolares, de vida, etc. e a reflexão entre indivíduos iguais para possibilitar a atualização em todos os campos de intervenção educacional e aumentar a comunicação entre os professores.

O terceiro objeto de aprendizagem do módulo 1 do curso, é o software “Ondas trigonométricas” que inicialmente retoma o objeto anterior, resgatando os conceitos de fenômenos periódicos e as características do modelo de um ponto sobre uma circunferência. Depois desse estudo é apresentada a terceira atividade desse módulo, uma questão objetiva, como podemos ver na figura abaixo.

Na Situação de Aprendizagem 4, do Volume 1 do Caderno do Professor (versão 2009) da 2.ª série do Ensino Médio, um dos problemas propostos envolve a modelagem de fenômenos periódicos. O software *Ondas trigonométricas* utiliza, na atividade 2 – questão 1, o contexto da oscilação do brilho da estrela Delta Cephei (http://m3.ime.unicamp.br/app/webroot/media/software/1240/atividade2_parte1.html).

Quando vemos as estrelas em um céu claro, podemos ter a impressão de que o brilho delas varia um pouco. Geralmente, essa variação se deve a flutuações de transparência da atmosfera. Mas a variação de que trata esta atividade só é observada por sensíveis telescópios profissionais. Os astrônomos descobriram que algumas estrelas brilham com intensidade que varia com frequências muito regulares e permanentes. Essas estrelas foram classificadas como “estrelas variáveis”, e são muito importantes, pois servem de referências para medir distâncias intergalácticas.

Esta atividade tem duas partes. Na primeira, os alunos são desafiados a encontrar a função $a \operatorname{sen}(bx + c) + d$ que melhor se ajusta ou se aproxima às observações dadas. Na segunda parte, os alunos verão que a curva de luminosidade mais realista tem alguns aspectos similares à função estudada, $a \operatorname{sen}(bx + c) + d$, mas tem algumas características diferentes também.



Quais são os valores dos parâmetros A, B e D para que a função descreva, de modo aproximado, a oscilação da maré na situação apresentada?

- A = 4, B = 5,4 e D = 1,16
- A = 0,35, B = 5,4 e D = 4
- A = 0,35, B = 1,16 e D = 4

Figura 4. Questão Objetiva do Módulo 1 (Patriarca, 2016, p.121).

Esta é uma questão de múltipla escolha e os cursistas tinham três alternativas para selecionar a correta, ela era corrigida automaticamente pelo AVA-EFAP, com isso o cursista constatava se acertou ou não. Se o cursista errasse, ele poderia refazer a questão novamente, até acertar. Logo esse formato não avalia se realmente o cursista sabe aquele conteúdo ou não. Consideramos uma falha a ausência de devolutiva, quando o cursista erra a questão.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando, as análises feitas, concluímos que, a metodologia utilizada no curso estudado com os objetos de aprendizagem associados às Situações de Aprendizagem do material de apoio ao docente pode auxiliar o professor a integrar a tecnologia ao ensino, pois segundo Bittar, Guimaraes, e Vasconcelos (2008), para que isso ocorra é necessário que ele vivencie e participe da elaboração da sequência didática que irá aplicar a seus alunos. Esse formato foi proporcionado nas atividades que envolveram os referidos objetos de aprendizagem, ou seja, primeiro o professor vivenciou a proposta, depois assistiu uma videoaula explicando as possibilidades de abordagem didática com os alunos e, por último, aplicou atividades a seus alunos, adaptando-as às peculiaridades de sua turma.

Os professores da rede estadual paulista apontaram, em pesquisa realizada em todas as Diretorias de Ensino do Estado de São Paulo, ter dificuldades para ensinar Trigonometria no Ensino Médio, sobretudo pela complexidade em justificar aos alunos a importância em se aprender tal tema. Nesse sentido, o Programa M@tmídias procurou apoiar uma abordagem de ensino na qual o aluno pudesse “dar sentido” aos conceitos trigonométricos, tais como: a periodicidade, as funções trigonométricas, o conceito de amplitude, o gráfico de seno e cosseno por meio do uso de objetos de aprendizagem pode ser relevante para a prática docente. Para tanto, foram discutidos um vídeo intitulado “A Dança do Sol”, com foco no estudo do movimento periódico do sol e no analema formado no céu, em seguida, um experimento denominado “A Roda Gigante”, para discussões sobre movimento circular e periódico da roda e sobre o formato do gráfico do deslocamento em função do tempo, por último, o software “Ondas Trigonométricas”, cujo cerne foi a discussão dos gráficos das funções trigonométricas e assim todo o conteúdo de Trigonometria do Currículo oficial do Estado de São Paulo foi abordado fazendo a relação com os objetos de aprendizagem.

Já sobre a última atividade do módulo de Trigonometria, a questão objetiva, ligada ao estudo do terceiro objeto de aprendizagem, essa apresentava alternativas de respostas com apenas uma correta, que podia ser refeita quantas vezes o cursista desejasse até acertar e não havia qualquer discussão ou devolutiva sobre a questão. Considerando tais especificidades entendemos que as respostas estocadas no AVA sobre tal questão não nos forneceram elementos para constatar as possibilidades de construção de conhecimento pelos cursistas.

Neste aspecto, para futuros cursos *on-line* que utilizem questões objetivas, sugerimos que o número de tentativas seja limitado e que haja devolutiva para as respostas.

Finalizando vale ressaltar, sobre a atividade “Fórum de Discussão”, conectada ao segundo objeto de aprendizagem estudado, ela possibilitou ao professor a discussão com seus pares sobre maneiras de explorar o objeto de aprendizagem em sala de aula, de modo a auxiliar os alunos a compreenderem o fenômeno. Sendo assim, entendemos que isso pode ter auxiliado os cursistas a construir conhecimentos pedagógicos (PK) e também conhecimentos específicos sobre o conteúdo matemático (CK), o que indica a viabilização de oportunidades no curso para o desenvolvimento de conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK).

Concluímos também que a proposta de discussão em fórum atendeu ao segundo princípio fundamental na formação continuada, segundo Imbernón (2010), qual seja,

promover a troca de experiências, escolares, de vida, etc. e a reflexão entre indivíduos iguais para possibilitar a atualização em todos os campos de intervenção educacional e impulsionar a comunicação entre os professores.

Assim, em cada discussão o conhecimento pedagógico, o conhecimento tecnológico, conhecimento pedagógico tecnológico, o conhecimento do conteúdo, como relatam Mishra e Koehler (2006), foi sendo construído. Nesse fórum o tutor teve papel fundamental em provocar os cursistas para que o debate acontecesse, mantendo o foco de discussão e sistematizando o conteúdo estudado.

DECLARAÇÕES DE CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES

F.H.P. e N.M.L.C. conceberam a ideia apresentada no artigo, o qual se trata de estudo referente à pesquisa de doutoramento de F.H.P., orientado por N.M.L.C. Sugestões para o tratamento dos dados apresentados no texto e revisão teórica foram feitas por S.F.K.S. Os três autores discutiram os resultados e contribuíram para a versão final do manuscrito.

REFERÊNCIAS

- Amaral, F. J. (2002). *Ensino da trigonometria via resolução de problemas mediado por dinâmicas de grupo, analogias e recursos informáticos*. Belo Horizonte: Dissertação de Mestrado.
- Bardin, L. (2011). *Análise de Conteúdo* (1 ed.). (L. A. Reto, & A. Pinheiro, Trans.) São Paulo: Edições 70.
- Bittar, M., Guimaraes, S. D., & Vasconcelos, M. (2008). A Integração da Tecnologia na Prática de Professor que Ensina Matemática na Educação Básica: uma proposta de pesquisa-ção. *REVMAT Revista Eletrônica de Educação matemática* 3, 84-94.
- Cellard, A. (2008). A Análise Documental. In: J. Poupart, *A Pesquisa Qualitativa: enfoques epistemológicos e metodológicos* (pp.295-316). Petrópolis: Vozes.
- Gil, A. C. (2008). *Como elaborar projetos de pesquisa*. São Paulo: Atlas.
- Imbernón, F. (2000). *Formação docente e profissional: formar-se para a mudança e a incerteza*. São Paulo: Cortez.
- Imbernón, F. (2009). *Formação permanente do professorado – novas tendências*. São Paulo: Cortez.
- Imbernón, F. (2010). *Formação Continuada de Professores*. Porto Alegre: Artmed.
- Mishra, P. & Koehler, M. J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A new framework for teacher knowledge. *Teachers College Record* 108, 1017-1054.
- Moran, J. M. (2013). *A Educação que Desejamos: novos desafios e como chegar lá* (5ª ed.). Campinas, São Paulo, Brasil: Papirus.
- Patriarca, F. H. (2016). *Contribuições do Programa M@tmídias para a Integração de Tecnologia às Aulas de Trigonometria no Ensino Médio*. Dissertação de Mestrado, Universidade Anhanguera de São Paulo, Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, São Paulo.

Severino, A. (2007). *Metodologia do Trabalho Científico* (23ª ed.). São Paulo, São Paulo, Brasil: Cortez.

Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57, 1-22.