V EIEMAT Escola de Inverno de Educação Matemática
3º Encontro Nacional Pibid Matemática
A sala de aula de Matemática: que lugar é esse? 03 a 05 de agosto de 2016

ANAIS

Organizadores: Isabel Cristina Frozza | Ricardo Fajardo

V Escola de Inverno de Educação Matemática

3º Encontro Nacional Pibid Matemática

ISSN 2316-7785

V. 3 N. 5 – 2016

Oficina/Minicurso

Reitor: Paulo Afonso Burmann

Vice-Reitor: Paulo Bayard Dias Gonçalves

Realização:

Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática e Ensino de Física
Centro de Ciências Naturais e Exatas (CCNE)
Direção: Sônia Terezinha Zanini Cechin | Félix Alexandre Antunes Soares

Programa de Pós-Graduação em Educação
Centro de Educação (CE)
Direção: Helenise Sangoi Antunes | Ane Carine Meurer

Site do evento: http://w3.ufsm.br/ceem/eiemat/

Comitê Científico

SUMÁRIO

NÚMEROS RACIONAIS: UM DIÁLOGO SOBRE O PROCESSO ENSINO-APRENDIZAGEM

Sandra Mara Marasini
Universidade de Passo Fundo
marasini@upf.br

Neiva Ignês Grando
Universidade de Passo Fundo
neiva@upf.br

Magda Inês da Luz Moreira
Universidade de Passo Fundo
magmor@upf.br

Eixo temático: Formação de professores que ensinam matemática.

Modalidade: Oficina/Minicurso

Resumo

Os números racionais estão presentes no nosso cotidiano, em diferentes situações, mas é a Educação Matemática que tem papel fundamental quando se trata da generalização e das representações, na forma fracionária e decimal. No entanto, é possível perceber que existem dificuldades quanto à formação dos referidos conceitos e a respectiva operacionalização, nos mais diversos níveis da educação básica e, inclusive, na superior. Esse fato poderia ser justificado de várias formas, mas sabemos que a escola continua tendo função primordial para o aprendizado dos conceitos científicos, considerando o papel do professor e o do aluno nesse processo. Com essa percepção, nos propomos a desenvolver um minicurso envolvendo números racionais, trazendo para o debate os fundamentos e as sugestões de propostas pedagógicas, vislumbrando possibilidades de apropriação de significados que fazem parte desse conteúdo. O minicurso propôs uma reflexão acerca de estudos realizados por professoras pesquisadoras do Laboratório de Matemática da Universidade de Passo Fundo, cujos processos e resultados também subsidiam disciplinas dos cursos de graduação (em Matemática e em Pedagogia), de pós-graduação e em ações do Programa de Extensão Integração da Universidade com a Educação Básica.

Palavras-chave: Educação Matemática; número racional; formação de professores.

Introdução

As preocupações da Educação Matemática, conforme Bicudo (1999), vão além do conteúdo específico. Nessa visão, a autora destaca uma composição de fatores, o que a faz considerar como prioridade preocupações sobre o aluno, a matemática, o contexto escolar e o contexto social.

Essa área científica vem abrindo, cada vez mais, espaços significativos de ensino, de pesquisa e de extensão, o que a torna prioridade para professores e acadêmicos, especialmente os dos cursos de licenciatura em Matemática.

No entanto, ainda precisamos avançar para que os processos de ensino e de aprendizagem se beneficiem cientificamente dos resultados das pesquisas acadêmicas, o que requer que tais processos cheguem à escola de educação básica e que, principalmente, as investigações científicas sejam desenvolvidas com a escola.

Por outro lado, o panorama educacional depende de muitos fatores, incluindo uma formação consistente no aspecto teórico-metodológico dos acadêmicos dos cursos de licenciatura, o que passa pela participação em eventos científicos organizados pelas instituições de ensino superior, a exemplo dos eventos V Escola de Inverno de Educação Matemática (EIEMAT) e 3º Encontro Nacional Pibid Matemática, realizados pela Universidade de Santa Maria/RS, em 2016.

Considerando que grande parte do público participante desses eventos são professores da educação básica e acadêmicos de cursos de licenciatura em Matemática e em Pedagogia, decidimos oferecer um minicurso com um conteúdo que, a princípio, pode parecer tão básico, mas também tão importante: número racional na forma fracionária. O objetivo foi desenvolver e dialogar sobre uma sequência didática que possa servir de base para o aperfeiçoamento ou a elaboração de outras propostas que visem à apropriação de significados que compõem o conceito de número racional.

Fundamentação teórica

Estudos relativos à Educação Matemática brasileira mostram que, dentre as muitas dificuldades dos estudantes nos diferentes níveis de ensino, encontra-se a falta de compreensão e de resolução de situações envolvendo números racionais na sua forma fracionária e decimal. E é na formação de acadêmicos de licenciatura em Matemática e em Pedagogia que esses temas – seja em relação à apropriação do conceito, seja em relação ao seu ensino – devem ser debatidos e colocados em prática.

Considerando a ideia de Fávero e Tonieto (2010, p. 87) de que "há muito, é sabido que o professor não ensina aquilo não sabe", consideramos que a graduação tem o dever de proporcionar ao licenciando a tomada de consciência sobre o que realmente sabe e quais elementos contribuem para a qualidade do ensino dos conceitos na escola. Para os autores, "se a aprendizagem construída durante a formação inicial foi capaz de elaborar novos referenciais e novos modos de compreensão sobre o ensinar, o aprender e o ser professor, então é possível apostar, com certa dose de confiança, que novos modos de ação serão viáveis" (p. 87-88).

Nessa perspectiva, o modo de formar-se professor assume diferentes dimensões, ou seja, vai além da sala de aula e envolve a possibilidade de participar de ações extensionistas, a exemplo de minicurso sobre o qual ora discorremos, eis que atividades dessa natureza proporcionam reflexões e experiências sobre determinados conceitos escolares que complementam as aulas da graduação. Isso é justificado em razão de que, enquanto esses espaços possibilitam ao licenciando retomar conceitos, também permitem a ele perceber ideias essenciais relativas ao conceito por meio da experienciação de metodologias diversas. Além disso, minicursos, mormente os desenvolvidos em espaços de extensão universitária (UPF, 2011), permitem aos professores em formação compartilhar da reflexão de diferentes concepções e propostas pedagógicas de docentes formadores e de educadores em exercício na educação básica, o que leva à consequente construção de, neste caso específico, novos referenciais matemáticos e pedagógicos.

Segundo Hammerness et al. (2005, apud MIZUKAMI, 2008, p. 216-217), o tempo da graduação é muito limitado em relação a todos os conhecimentos necessários à formação profissional docente. Os autores destacam três problemas a serem considerados nesse processo, a saber:

> O primeiro deles refere-se à necessidade de que "aprender a ensinar" requer que os futuros professores compreendam e pensem o ensino de maneiras diferentes daquelas que aprenderam a partir de suas próprias experiências como estudantes. [...] O segundo problema apontado por Hammerness et al. (2005) envolve não apenas oferecer condições para que os futuros professores desenvolvam a habilidade de "pensar como professor"mas também coloquem seus pensamentos em ação. [...] O terceiro problema refere-se à complexidade da profissão.

Mizukami (2008, p. 218-219) destaca também que, para esses autores,

> […] quando os futuros professores aprendem estratégias que são relacionadas ao conhecimento específico, compreendem a utilização de ferramentas adequadas para o ensino e são capazes de continuar a aperfeiçoar seu ensino juntamente com os pares em uma comunidade de aprendizagem. Eles são mais capazes de colocar em ação novas práticas.

Diante disso, é possível afirmar que os espaços extensionistas de formação complementar certamente auxiliam na formação inicial do acadêmico, pela possibilidade de revisar sua formação matemática e definir seu perfil profissional como educador.

Outro aspecto a ser considerado em relação aos espaços de estudos complementares, a exemplo dos minicursos, diz respeito à possibilidade de revisar e refletir sobre os conhecimentos matemáticos com ênfase na Matemática Acadêmica e na Matemática Escolar, uma vez que, segundo Moreira e David (2016, p. 22-23):

> Uma das distinções importantes entre a Matemática Acadêmica e a Matemática Escolar é a que se refere ao papel e aos significados das definições e das demonstrações em cada um desses campos do conhecimento matemático. Embora em ambos exista certamente necessidades de bem caracterizar os respectivos objetos, validar as afirmações a eles referidas e de explicar as razões pelas quais certos fatos são aceitos como verdadeiros e outros não, a formulação das definições e das provas e o papel que desempenham em cada um dos contextos são, todavia, bastante diferentes.

Nesse sentido, retomar os conceitos matemáticos validados na própria Matemática e, ao mesmo tempo, debater sobre as condições pedagógicas para o ensinar e as necessidades básicas para sua aprendizagem, apesar de estar relacionado ao mesmo objeto matemático, exige posturas diferenciadas e que devem receber atenção durante a formação inicial do educador matemático.

Desenvolvimento do minicurso

Com base em dificuldades percebidas na compreensão dos conceitos e na aplicação dos números racionais e considerando a ampla utilização desse conteúdo nos mais diversos contextos, que transcendem os limites da escola, decidimos tomar como base essa temática para elaborar e desenvolver uma proposta de ensino e de aprendizagem, na forma de um minicurso.

A proposta desenvolvida contemplou o número racional na forma fracionária, segundo uma lógica científica, a qual foi perpassada pelos seguintes aspectos teórico-metodológicos: história da matemática, conceito de número racional e operações fundamentais com números racionais, na forma fracionária.

Considerando a história da matemática, fizemos uma breve contextualização histórica sobre a origem do número racional, apontando as necessidades que originaram, inicialmente, sua utilização (BOYER, 2001; CARAÇA, 1984; CAJORI, 2007).

Em relação ao conceito, priorizamos quantidades contínuas e descontínuas, envolvendo os participantes em atividades que buscavam explorar diferentes representações do número racional na forma fracionária: em linguagem corrente, geométrica e numérica. Essa metodologia tem como base a concepção de Duval (2003), que nos mostra a importância dos diferentes registros de representação semiótica na aprendizagem matemática. Nesse mesmo processo, buscamos, nos pressupostos de Vygotsky (1998), o apoio para definir estratégias metodológicas para a elaboração de uma proposta que possibilitasse a apropriação do significado de número racional. Tal proposta serviria como base para a operacionalização, que viria na sequência.

As quatro operações – adição, subtração, multiplicação e divisão – foram abordadas com critérios teóricos e metodológicos bem definidos, identificando o significado de cada uma delas e o papel de cada termo, antes mesmo de desenvolver o processo de construção dos algoritmos, com o auxílio de situações e materiais concretos. Assim, em todas as atividades, foi priorizada a apropriação dos significados dos conceitos que compõem cada operação matemática e a relação existente entre as próprias operações (VYGOTSKY, 1998).

É importante acrescentar que a proposta foi elaborada considerando, também, alguns dos princípios pedagógicos definidos por Grando e Marasini (2014), tais como a relação entre aprendizagem e desenvolvimento intelectual, a importância da interação social para a aprendizagem, a contextualização do conhecimento matemático e a necessidade dos fundamentos matemáticos.

Entendemos que a sequência didática desenvolvida no minicurso pode ter proporcionado uma base teórico-metodológica para que os participantes – professores ou acadêmicos - tenham uma referência para a sua prática pedagógica no que se refere ao número racional na forma fracionária.

Algumas considerações finais

A análise das diferentes etapas na elaboração e no desenvolvimento das ações que embasaram a proposta trabalhada faz crer que as principais vantagens da realização do minicurso "Números racionais: um diálogo sobre o processo ensino-aprendizagem" estão na possibilidade de realizar um sequenciamento para professores da educação básica e do ensino superior, mas, especialmente, para estudantes de graduação de cursos de licenciatura em Matemática ou em Pedagogia, que estão em fase de formação profissional inicial.

O minicurso contou com a participação de trinta pessoas, a maioria estudantes de graduação em Matemática e seus professores. Pertinente destacar, apesar do expressivo número de estudos existentes, muitos dos estudantes manifestaram satisfação em compreender a lógica da definição e da representação dos números racionais na forma fracionária e decimal. Também, a compreensão da lógica na resolução das operações básicas com racionais.

Outro aspecto a ser destacado é a interação oportunizada entre os participantes, que, ao alternarem o foco do debate – parte em relação à aprendizagem matemática e parte em relação ao ensino dos números racionais –, refletiram sobre o conhecimento matemático e suas transposições didáticas com vistas à qualidade dos processos de ensino e de Aprendizagem Matemática.

Porém, o aspecto mais significativo desses espaços de diálogo entre professores formadores, professores da educação básica e acadêmicos está na possibilidade de apontar para o importante papel que assume a Educação Matemática, suas contribuições na formação de diferentes aspectos do ser humano, incluindo o cognitivo, o que envolve tanto a aprendizagem quanto o desenvolvimento do pensamento. Nesse contexto, mostra-se importante que essa formação inicie nos cursos de graduação e que tenha continuidade com atividades extracurriculares.

Referências

BICUDO, M. A. V. Ensino de matemática e educação matemática: algumas considerações sobre seus significados. *Bolema*, Rio Claro, n. 13, a. 12, p. 1-11, 1999.

BOYER, C. B. *História da Matemática*. Trad. Elza F. Gomide. São Paulo: Edgard Blücher, 2001.

CAJORI, F. *Uma História da Matemática*. Trad. Lázaro Coutinho. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2007.

CARAÇA, B. de J. *Conceitos Fundamentais da Matemática*. Lisboa: Sá da Costa, 1984.

DUVAL, R. Registros de representações semióticas e funcionamento cognitivo da compreensão em matemática. In: MACHADO, S. D. A. (Org). *Aprendizagem em Matemática*: registros de representações semióticas. Campinas, São Paulo: Papirus, 2003. p. 11-34.

FÁVERO, A. A.; TONIETO, C. *Educar o educador: reflexões sobre a formação docente*. Campinas/SP: Mercado de Letras, 2010.

GRANDO, N. I.; MARASINI, S. M. *Educação matemática*: a sala de aula como espaço de pesquisa. 2. ed. rev. e amp. Passo Fundo: Editora Universidade de Passo Fundo, 2014.

MIZUKAMI, M. G. N. Aprendizagem da docência: conhecimento específico, contextos e práticas pedagógicas. In: NACARATO, A. M.; VILELA PAIVA, M. A. (Org.). *A formação do professor que ensina Matemática:* perspectivas e pesquisas. 1. ed. 1. reimp. Belo Horizonte: Autêntica, 2008.

MOREIRA, P. C.; DAVID, M. M. M. S.. *A formaçãomatemática do professor:* licenciatura e prática dicente escolar. 2. ed. 1. reimp. Belo Horizonte: Autêntica, 2016.

UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO. *Política de Extensão e de Assuntos Comunitários*: Vice Reitoria de Extensão e Assuntos Comunitários. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo, 2011.

VYGOTSKY, L. S. *Pensamento e linguagem*. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

O USO DE MAPAS CONCEITUAIS COMO INSTRUMENTO DE PESQUISA E AVALIAÇÃO NO PROCESSO DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA EM MATEMÁTICA

Maria Cecília Pereira Santarosa
Universidade Federal de Santa Maria
mcpsrosa@gmail.com

Mari Lúcia Militz
Universidade Federal de Santa Maria
mari.lu.militz@hotmail.com

Alexandre Xavier dos Santos
alexandrexrs@gmail.com

Graciela de Jesus Schirmer
graciela_fj@hotmail.com

Resumo

Este trabalho enfatiza o uso de Mapas Conceituais como instrumento de pesquisa e de avaliação na área do ensino da Matemática. O desenvolvimento da estratégia ocorreu na forma de um Minicurso ministrado na Escola de Inverno de Educação Matemática, ocorrido na Universidade Federal de Santa Maria, no ano de 2016. O público ouvinte foi composto por 18 indivíduos, dentre docentes e graduandos em Matemática. Após a apresentação dos referenciais teóricos que fundamentam o uso de Mapas Conceituais, dos objetivos do desenvolvimento do Minicurso e da apresentação de exemplos que mostram como a utilização deste recurso vem sendo desenvolvida na UFSM, solicitou-se aos participantes que elaborassem mapas conceituais relacionando os principais conceitos do conteúdo Matemático Funções, com o uso do software *CmapTools*. A elaboração dos mapas foi realizada em grupos de três indivíduos, sob a orientação dos quatro docentes ministrantes do Minicurso, no que se referia a utilização da ferramenta tecnológica. De forma alguma, os ministrantes interferiram nos conceitos e na forma de ligação entre os conceitos, sugeridas pelos membros dos grupos. Após a elaboração, os mapas foram apresentados por cada grupo, para os demais participantes. O trabalho foi finalizado com a aplicação de um questionário aos minicursistas, onde opinaram em questões abertas, acerca da participação no Minicurso e da importância do uso de mapas conceituais no sistema de ensino/aprendizagem. Os resultados apontam para uma estratégia altamente motivacional, mostrando-se eficaz no processo de externalização dos conhecimentos prévios do indivíduo, bem como na possibilidade de organização de um ambiente educacional crítico-reflexivo, onde há uma constante negociação de significados entre os sujeitos envolvidos no processo do ensino e da aprendizagem. Ao longo da elaboração dos mapas e de suas apresentações, puderam ser observados avanços e retrocessos em termos do conteúdo Matemático abordado, o que mostra ser possível pautar o ensino considerando os conhecimentos prévios do aprendiz para a obtenção de uma aprendizagem significativa.

Palavras-chave: Mapas Conceituais; Aprendizagem Significativa; *Cmaptools*; Conhecimentos Prévios.

Introdução

Uma das grandes dificuldades na aplicabilidade de teorias de aprendizagem cognitivistas nos processos do ensino e da aprendizagem da Matemática advém do fato que os conhecimentos e experiências prévias dos estudantes, enraizados na sua estrutura cognitiva, são de difícil medição e avaliação. Como fazer com que os alunos externalizem seus conhecimentos, suas ideias, seus erros e, porque não dizer, suas angústias e dificuldades? Isto parece um objetivo quase que inatingível frente à sistemas de ensino comportamentalistas vivenciados no nosso dia a dia. Se estamos interessados em uma análise qualitativa do que se passa na mente de nosso aluno, devemos nos aproximar o máximo deles, em nível cognitivo. É uma tarefa desafiadora diante de problemas como a grande quantidade de alunos nas turmas, bem como de sua característica idiossincrática de aprendizagem.

O uso de Mapas Conceituais é cientificamente aceito como um instrumento que nos possibilita averiguar, de forma eficiente, como se apresenta a estrutura cognitiva do aluno, frente a um corpo de conhecimentos. Caracteriza-se por ser um instrumento "não estático", que pode ser aplicado em diferentes fases no processo da aprendizagem, auxiliando o professor na análise do desenvolvimento cognitivo do aluno. Também pode ser utilizado como instrumento para a meta cognição, permitindo ao indivíduo conhecer como se dá a construção do seu próprio conhecimento e a forma como ele está disposto na sua mente.

Trata-se de um recurso fortemente vinculado a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), por ter sido desenvolvido como instrumento para o entendimento do processo de Assimilação e Retenção Significativa, proposto na TAS. A fim de refletir e discutir sobre o tema proposto, apresentam-se os resultados de um estudo envolvendo a construção e análise de mapas conceituais, para graduandos e docentes da área da Licenciatura em Matemática. O estudo foi desenvolvido na forma de um Minicurso de quatro horas/aula, ministrado na Escola de Inverno de Educação Matemática, na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), em agosto de 2016, para 16 indivíduos.

O estudo foi constituído de três fases: 1ª) Apresentação dos referenciais teóricos que fundamentam a utilização do mapeamento conceitual como recurso de investigação do ensino e da aprendizagem significativa; 2ª) Divulgação de exemplos acerca de como este instrumento tem sido utilizado pelos membros do grupo de pesquisa: Educação Matemática e Aprendizagem

Significativa, da UFSM; 3ª) Proposta de construção de Mapas Conceituais, com a utilização do software *CmapTools*, a partir da análise de textos matemáticos específicos.

Os recursos necessários para o desenvolvimento do Minicurso foram: notebooks individuais ou computadores do Laboratório de Informática do Departamento de Matemática da UFSM, com o programa *CmapTools* instalado. Esta não foi uma exigência para a elaboração dos mapas; outros recursos poderiam ter sido utilizados, como sua construção manual ou o uso do software paint. Isto deve-se ao fato que, o foco principal do estudo era a construção dos mapas, sendo o software *CmapTools*, uma consequente forma de apresentação dos mapas. Os minicursistas foram avisados com antecedência a intenção do uso do software indicado.

Foi solicitado aos participantes, distribuídos em grupos de três indivíduos, a elaboração de mapas conceituais referentes ao conteúdo matemático sobre *Funções.* Após, cada grupo apresentou o mapa conceitual construído, discutindo suas relações. Em cada apresentação, os demais componentes e os docentes ministrantes apresentaram contribuições para o melhoramento dos mapas, e reflexões em torno da construção hierárquica dos conceitos matemáticos envolvidos.

Os resultados positivos do estudo apontam para uma estratégia motivacional no que se refere a análise e discussão do conteúdo matemático envolvido, bem como a troca de experiências e significados de cada participante, com relação a construção das ligações entre os conceitos. Dentre os resultados negativos constata-se a atribuição de significados errôneos ou carentes de ligações básicas no que se refere ao conteúdo matemático quando, por exemplo, funções injetivas, sobrejetivas e bijetivas são apresentadas, em alguns mapas, descorrelacionadas e interpretadas como tipos distintos de funções, não estando claro a função da bijetividade no contexto da existência de funções inversas. Também foi constatado, em alguns mapas, a ausência da aplicabilidade do referido conteúdo matemático nas áreas científicas, evidenciando uma concepção do conteúdo matemático única e exclusivamente no contexto da Matemática, contrariando as orientações curriculares nacionais, que apregoam o uso de questões interdisciplinares e contextualizadas no ensino da Matemática. A ênfase foi nas funções afins e quadráticas, sendo menos evidente as funções trigonométricas, exponenciais e logarítmicas, importantes para a fase de transição Ensino Médio/Ensino Superior. A modelagem de funções é a linguagem imprescindível para o entendimento dos fenômenos científicos. Constata-se a forte referência ao uso de livros didáticos, sem a devida análise crítico-reflexiva acerca do conteúdo desenvolvido, característica de uma concepção mecanicista. Entretanto, todas estas questões puderam ser refletidas ao longo das apresentações e discussões dos mapas conceituais, resultado positivo para o processo de formação e/ou atualização docente.

Para descrever o desenvolvimento do estudo, inicialmente o artigo apresenta conceitos-chave da teoria da aprendizagem significativa e sua correlação com a utilização de mapas conceituais. Após são apresentadas as etapas do trabalho, com ênfase numa análise descritiva e interpretativa, a partir das atividades propostas. Alguns resultados apontados no questionário aplicado ao público alvo são interpretados. Finalmente, são apresentadas considerações finais.

A asserção de valor do trabalho refere-se à potencialidade da técnica de mapeamento conceitual para análise, reflexão e troca de experiências entre docentes e graduandos, sendo altamente favorável no processo de externalização da estrutura cognitiva do indivíduo. Sabe-se que estratégias de ensino inovadoras, atreladas à linha cognitivista, que promovem uma aprendizagem significativa, devem, necessariamente, considerar como ponto de partida os conhecimentos prévios do aprendiz.

Mapas conceituais e aprendizagem significativa

A Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (2000) traz como conceito central a *aprendizagem significativa*, definida como um processo cognitivo que emerge a partir da atribuição de significados psicológicos por parte do aprendiz, ao ser confrontado com o significado lógico do material de ensino. Neste processo, o novo conhecimento interage substancialmente e de forma não arbitrária com conhecimentos prévios contidos na estrutura cognitiva do aprendiz, tornando estes últimos mais ricos, elaborados e capazes de interagirem novamente, e novamente, com novos conhecimentos, até um limite cognitivo para sua existência.

Estes conhecimentos prévios, constituídos por conceitos subsunçores (específicos e necessários para a aprendizagem do novo conceito), que ancoram e/ou subsumem novos conceitos, constituem, na estrutura cognitiva do aprendiz, uma espécie de rede hierárquica de ligações entre si, as quais vão se diferenciando progressivamente e se reconciliando integrativamente, ao longo do processo da aprendizagem. Diz-se que quanto maior for a quantidade de diferentes significados psicológicos que possam ser atribuídos pelo sujeito ao material instrucional, mais eficaz estará sendo o seu desenvolvimento cognitivo.

Para Ausubel (2000) só há aprendizagem se ela for significativa. Neste contexto, outras formas de aprendizagem, como a *aprendizagem mecânica*[1], só favorecem o desenvolvimento cognitivo quando são necessárias, frente a um corpo de conhecimentos totalmente desconhecido pelo aprendiz, para uma posterior passagem à atribuição de significados. Neste caso, o aluno não dispõe de conhecimentos prévios relevantes para as novas aprendizagens, e precisará mecanizar o novo conhecimento, para posteriormente apreendê-lo de forma significativa, mediado pelo professor e por novos materiais de ensino.

Observa-se, portanto, duas condições básicas para uma aprendizagem significativa.

- ✓ O material a ser apreendido deve ser potencialmente significativo;
- ✓ O aprendiz deve estar predisposto para aprender de forma significativa.

A primeira condição subentende outras duas, explicadas por Moreira (2006a).

> A condição de que o material seja potencialmente significativo envolve dois fatores principais, ou duas condições subjacentes, quais sejam, a natureza do material, em si, e a natureza da estrutura cognitiva do aprendiz. Quanto à natureza do material, ele deve ser "logicamente significativo" ou ter "significado lógico", isto é, ser suficientemente não arbitrário e não aleatório, de modo que possa ser relacionado, de forma substantiva e não arbitrária, a ideias, correspondentemente relevantes, que se situem no domínio da capacidade humana de aprender. No que se refere à natureza da estrutura cognitiva do aprendiz, nela devem estar disponíveis os conceitos subsunçores específicos, com os quais o novo material é relacionável (MOREIRA, 2006a, p. 19).

A segunda condição leva o professor à reflexão quanto ao fator motivacional para uma aprendizagem significativa. De fato, a predisposição para este tipo de aprendizagem, vai requerer que o aluno queira relacionar, em sua estrutura cognitiva, o novo conhecimento com os conhecimentos prévios, de forma não literal e não arbitrária. Talvez este seja o ponto mais importante pois, não apenas fatores cognitivos, mas também afetivos e emocionais implicarão na predisposição para aprendizagem significativa.

Novak e Gowin (1984) argumentam que a aprendizagem humana requer uma mudança de significado da experiência, a qual envolve não só pensamentos e ações, mas também sentimentos. Em seu livro *Aprender a Aprender* os autores apresentam duas técnicas que

---

[1] Neste tipo de aprendizagem não há interação substancial entre o novo conhecimento e o conhecimento prévio do aprendiz. As relações são arbitrárias.

auxiliam os alunos a aprenderem de forma significativa, e os professores a organizarem seu material de aprendizagem, a *construção de mapas conceituais e diagramas V.* Ambos instrumentos foram inicialmente investigados e analisados pelos referidos autores, à luz da TAS.

Neste trabalho estaremos focados na técnica do mapeamento conceitual, como instrumentos para avaliação do sistema de ensino e de aprendizagem, e como instrumento meta cognitivo, conforme descrito na Introdução.

De acordo com Moreira (2006b), *mapas conceituais* podem ser interpretados como diagramas hierárquicos que procuram refletir a organização conceitual de um corpo de conhecimentos. Esta organização consiste em relações significativas entre conceitos, na forma de proposições, sendo que uma proposição consiste em dois ou mais termos conceituais ligados por palavras de modo a formar uma unidade semântica (NOVAK E GOWIN, 1984).

A relação entre mapeamento conceitual e aprendizagem significativa reside no padrão hierárquico entre conceitos apresentados, tanto na formulação de um mapa conceitual, como no processo cognitivo de assimilação e retenção significativos de novos conhecimentos, proposto na TAS. Assim, num mapa conceitual, os conceitos mais gerais e inclusivos devem situar-se no topo do mapa, e os conceitos mais específicos, abaixo deles. À medida que o aprendiz vai exercitando a elaboração de mapas conceituais, novas formas de apresentação ocorrem, como mapas com mais de duas dimensões, com relações cruzadas, por exemplo. Mas o conceito hierarquicamente superior deverá estar evidente ao longo da apresentação do mapa, assim como os conceitos de menor hierarquia.

Quando Ausubel (2000) afirmou que "... o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe. Averigue isso e ensine-o de acordo" (apud MOREIRA, 2006a, p. 13), ele nos orientava a desvelar a estrutura cognitiva do aprendiz. Mapas conceituais são recursos adequados para isto. Conhecendo a estrutura cognitiva conceitual do aluno, o professor pode avaliar se está bem estruturada, se faltam conceitos e relações relevantes e, principalmente, se as proposições construídas são significativas, isto é, se os significados atribuídos pelo aprendiz são cientificamente aceitos.

A fim de refletir em torno da utilização dos mapas conceituais como estratégia facilitadora da aprendizagem significativa, apresentamos este estudo, descrevendo, na próxima seção, pesquisas e ações que estão sendo realizadas na Universidade Federal de Santa Maria, para esse fim.

Ensino de Matemática e aprendizagem significativa no contexto da UFSM

A Universidade Federal de Santa Maria possui conceituados cursos de Graduação em Bacharelado e Licenciatura em Matemática. A Licenciatura atual caracteriza-se pela forte preocupação com a inserção acadêmica no contexto escolar, oportunizando um processo de formação alicerçado não apenas na teoria, mas na prática docente. A formação em termos do uso de novas tecnologias também é evidente; acompanha o processo de formação acadêmica desde os primeiros semestres. Busca-se a formação de um profissional crítico e reflexivo, capaz de discernir quanto às diferentes formas de manipulação do sistema de ensino, para uma aprendizagem eficaz. Como ocorre em muitos cursos de Licenciatura, uma formação mais polida em termos de inovação e pesquisa, fica reservada para Cursos de Pós-Graduação, destacando-se o Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática e Ensino de Física, na mesma Instituição, que tem recebido os egressos dos Cursos de Licenciatura em Matemática e Ensino de Física.

Dentro da linha da Educação Matemática, a ênfase do referido PPG, é voltada as diferentes tendências em Educação Matemática; Seminários Temáticos em Educação Matemática, onde são discutidos artigos, teses, dissertações e os mais diversos referenciais adotados na área. Políticas Públicas para o Ensino Fundamental e para o Ensino Médio, também são enfatizas. Métodos e técnicas de pesquisa são destacados numa disciplina específica e obrigatória para os mestrandos. Com relação as teorias de aprendizagem, o destaque é para a Epistemologia Genética de Jean Piaget, a Teoria da Mediação de Lev Vygostsky e a teoria dos Campos Conceituais de Gèrard Vergnaud. Atualmente, tem sido abordada a Teoria dos Campos Semânticos, no Brasil, idealizada por Romulo dos Campos Lins; a Teoria das Representações Semióticas de Raymond Duval, e a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Paul Ausubel (TAS). Assim como ocorre naturalmente em outros Programas, à medida que vão se inserindo docentes pesquisadores, vão sendo incorporadas, progressivamente, suas concepções teóricas, metodológicas e epistemológicas. Princípios e estratégias promovedoras da aprendizagem significativa começam a ser gradativamente incorporadas pela comunidade de pesquisadores.

Destaca-se a pesquisa intitulada “O uso de mapas conceituais na formação de professores: análise crítica do conteúdo de Geometria Espacial em livros didáticos”, de autoria de Mari Lúcia Militz, e orientação da primeira autora deste artigo, cuja qualificação ocorreu em março de 2016. A proposta foi aplicada a uma turma de 13 alunos da Licenciatura em Matemática, matriculados na disciplina de Educação Matemática II, que já estavam familiarizados com a elaboração de mapas conceituais. A ideia foi, através da construção de mapas conceituais, investigar concepções do grupo, com relação ao ensino da Geometria Espacial, a partir das relações conceituais apresentadas, em dois momentos diferentes, antes da análise de um livro didático, e após esta análise. Resultados preliminares apontam para um processo complexo, por parte do licenciando, para sair do papel “passivo” de mero receptor e reprodutor do conteúdo para o papel “ativo” de crítico e reflexivo frente à disposição dos conteúdos, nos livros didáticos. O recurso mostra-se eficaz no processo de negociação de significados e discussão em torno de conceitos matemáticos relacionados ao conteúdo abordado. Alguns poucos participantes apresentaram uma evolução em termos do papel da matemática em diferentes contextos científicos, destacando a necessidade, não apresentada nos livros, de se trabalhar o ensino a partir de situações contextualizadas, envolvendo o aspecto interdisciplinar.

Em ações de extensão, seminários sobre o uso de mapas conceituais têm sido divulgados, também pela primeira autora deste trabalho, em ambientes populares de aprendizagem, tais como, cursinhos preparatórios para ingresso na Universidade e contextos escolares de nível Médio. Os resultados são estimuladores, pois os licenciando atuantes neste trabalho tem aderido ao uso do mapeamento conceitual para investigar a aprendizagem de seus alunos. O ponto positivo é que os futuros ingressantes do Ensino Superior terão tido o contato antecipado com a técnica.

Outros princípios básicos da TAS também estão sendo desenvolvidos na forma de trabalhos de Conclusão de Curso, como é o caso de investigações de conceitos subsunçores para conteúdos matemáticos específicos, e utilização de organizadores prévios, apresentados em Minicursos do Programa de Licenciaturas (PROLICEN). O destaque para este tipo de atividade é a utilização da História da Matemática, do uso de materiais manipulativos e o método da resolução de problemas, como potenciais organizadores prévios adotados no ensino, para uma aprendizagem significativa em demonstrações matemáticas.

A técnica da análise de erros, divulgada por Helena Cury (2007), foi recentemente apresentada em trabalho de Mestrado (BOTH, 2016), como forte estratégia para a investigação de conceitos subsunçores. Além do que, alia o uso do software GeoGebra ao uso do ambiente de aprendizagem Moodle, para uma proposta de ensino de Geometria e Funções, pautada na análise dos conhecimentos prévios dos alunos, para uma aprendizagem significativa.

Novos trabalhos, relacionados com a TAS, estão surgindo: a elaboração e implementação de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (MOREIRA, 2011a) para o ensino de Geometria Espacial, no Ensino Médio. Este trabalho visa aliar o uso da UEPS com a Modelagem Matemática (BORSSOI, 2013).

Estudos etnográficos em contextos educacionais (ANDRÉ, 1998) vem sendo integrados com metodologias de pesquisa-ação (MOREIRA, 2011b) para oficinas de atualização de professores, visando uma aprendizagem significativa dos alunos, a partir da aprendizagem significativa dos professores, no processo de manipulação do ensino. Também tem sido vinculada aos princípios da TAS, o tema interdisciplinaridade (POMBO, 2005), com propostas de favorecimento de aprendizagens significativas a partir de situações-problema interdisciplinares, envolvendo a Matemática e a Física, no nível do Ensino Médio.

Como vemos, os princípios da TAS estão se disseminando e contornando questões de formação de professores, ensino e aprendizagem de matemática, ensino e aprendizagem em ciências, e o recurso do mapeamento conceitual tem se mostrado forte técnica para a facilitação da externalização de concepções, conhecimentos e experiências prévias.

A estratégia do mapeamento conceitual também é foco de aprendizagem na disciplina Teorias de Aprendizagem, em Programas de Pós-Graduação em Educação Matemática e Educação em Ciências. Neste contexto, funciona como referencial para a meta cognição, despertando no mestrando e/ou doutorando, o interesse pela construção do seu autoconhecimento. Também, oportuniza a negociação de significados entre mestrandos da matemática e mestrandos das áreas das ciências naturais, fundindo realidades distintas em prol do desenvolvimento científico, caracterizando a matemática como uma linguagem científica.

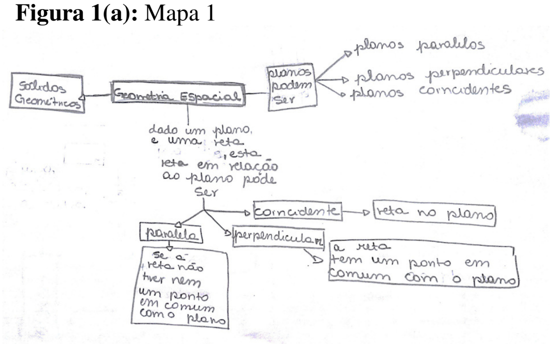
O Minicurso sobre Mapas Conceituais: Elaboração e Implementação

O referido Minicurso foi implementado na Escola de Inverno de Educação Matemática (EIEMAT), na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), na cidade de Santa Maria RS, entre os dias 3 e 6 de agosto do ano de 2016. Houve 18 participantes, dentre alunos de Graduação em Licenciatura em Matemática de distintas Instituições de Ensino do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina, incluindo alguns docentes destas Instituições; alunos de Pós-Graduações da região central do Estado do Rio Grande do Sul. O minicurso foi ministrado pela primeira autora deste trabalho, com a colaboração de 3 alunos mestrandos do Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática e Ensino de Física (PPGEMEF), da UFSM.

O trabalho constituiu-se de três etapas. Na primeira, foram apresentados os subsídios teóricos que fundamentam a estruturação de um mapa conceitual a partir da Teoria da Assimilação e Retenção Significativas de Ausubel (2000). Os pressupostos fundamentais foram apresentados conforme descrição anterior deste manuscrito. Na segunda etapa, cada um dos mestrandos, ministrantes do minicurso, fez um relato expositivo sobre sua experiência com o uso de mapas conceituais, como instrumento de coleta de dados para pesquisa, como instrumento de avaliação de aprendizagem, e como instrumento auxiliar no processo de meta cognição, respectivamente. Exemplos de elaboração de mapas conceituais nos três contextos foram apresentados.

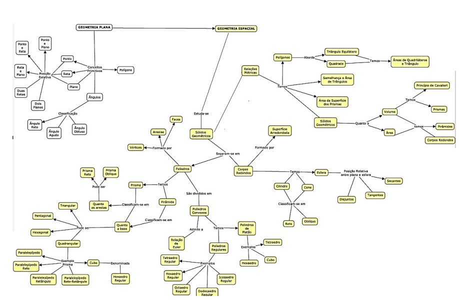
As figuras 1a e 1b referem-se à utilização de mapeamento conceitual para investigar concepções prévias e posteriores de um aluno licenciando em Matemática, em fases anterior e posterior, respectivamente, à análise do conteúdo de Geometria Espacial, em livro didático.

Figura 1(a): Mapa 1



Fonte: Autoria do Aluno A

Figura 1(b): Mapa 2

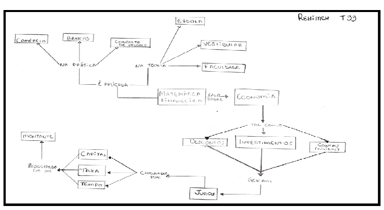


Fonte: Autoria do Aluno A

Quando comparamos os dois mapas elaborados pelo aluno A, em momentos diferentes, observamos uma significativa evolução conceitual, de relações entre os conceitos e proposicionais, apresentadas no segundo mapa. Observa-se também, no mapa 2 (figura 1(b)), uma preocupação com a inserção do conteúdo de Geometria Plana para a aprendizagem do conteúdo Geometria Espacial, caracterizando uma preocupação em promover no ensino a re/construção dos conceitos subsunçores, numa fase anterior ao novo aprendizado. O uso de mapas conceituais para análise de livros didáticos mostra ser eficiente no processo reflexivo, na fase de formação do professor.

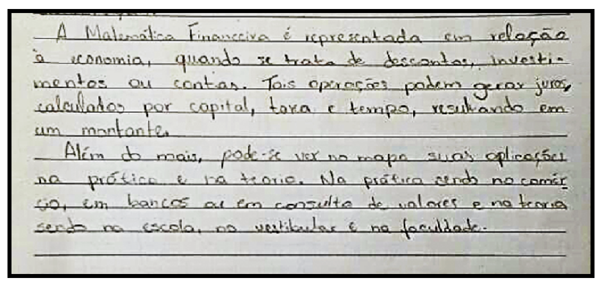
As figuras 2(a) e 2(b) ilustram o uso de mapas conceituais na fase da avaliação da aprendizagem. O instrumento foi aplicado numa aula sobre Matemática Financeira, no nível do Ensino Médio, onde foi solicitado aos alunos, além da elaboração do mapa, uma descrição do significado existente em torno das relações entre os conceitos utilizados. Observa-se uma perfeita descrição das relações conceituais construídas, identificando evidência de aprendizagem significativa.

Figura 2(a): Relações na Matemática Financeira



Fonte: Elaborado pelo Aluno B

Figura 2(b): Descrição das relações.



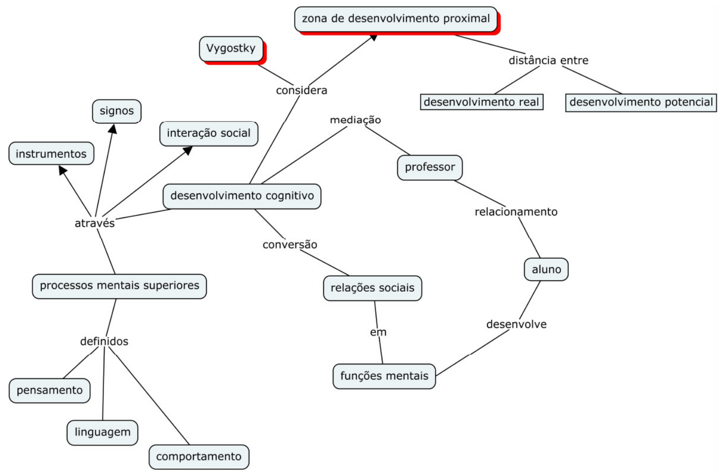
A Matemática Financeira é representada em relação à economia, quando se trata de descontos, investimentos ou contas. Tais operações podem gerar juros, calculados por capital, taxa e tempo, resultando em um montante.

Além do mais, pode-se ver no mapa suas aplicações na prática e na teoria. Na prática sendo no comércio, em bancos ou em consulta de valores e na teoria sendo na escola, no vestibular e na faculdade.

Fonte: Elaborado pelo Aluno B

A figura 3 apresenta um mapa conceitual indicando as relações entre os conceitos, elaborado por uma aluna de Mestrado, na disciplina Teorias de Aprendizagem, a partir da leitura do texto introdutório “A Teoria da Mediação de Vygotsky” (MOREIRA, 2015). O mapa conceitual elaborado foi seguido de uma apresentação pela autora, mostrando ser um instrumento eficiente no processo do auto conhecimento. Observa-se que, para a aluna, o conceito chave mais importante da teoria é *zona de desenvolvimento proximal* e, a palavra *mediação* surge como palavra de ligação, implicando ainda não ter sido assimilada como conceito-chave da teoria. Vale ressaltar que os alunos da disciplina, na sua grande maioria, estavam tendo o contato com as teorias de aprendizagem pela primeira vez, implicando a necessidade de construção de conceitos-subsunçores básicos para a aprendizagem das teorias.

Figura 3: Mapa Sobre a Teoria de Vygostsky



Fonte: Elaborado pela aluna C

Na terceira etapa do Minicurso foram entregues aos participantes os seguintes textos, como materiais de apoio: 1) *Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa*[2], de Marco Antonio Moreira; 2) *Como Construir um Mapa Conceitual,* (MOREIRA, 2006b, p. 43).

Foram disponibilizados cerca de 30 minutos para uma explicação geral acerca da utilização básica do software *CmapTools* e mais 30 minutos para um comentário geral sobre o material de apoio fornecido. Após, foi solicitado aos participantes que se dividissem em 6 grupos de 3 elementos. Com os grupos constituídos, foi proposta a seguinte atividade, composta de duas tarefas:

TAREFA 1: Elaboração, utilizando o software *CmapTools*, de um Mapa Conceitual sobre o conteúdo matemático FUNÇÕES, a fim de verificar a hierarquia conceitual atribuída pelos diferentes grupos. Os quatro docentes ministrantes estariam disponíveis para esclarecimentos acerca do funcionamento do software, e os materiais disponibilizados serviriam de suporte para a elaboração;

TAREFA 2: Apresentação do Mapa Conceitual elaborado pelos diferentes grupos, a fim de promover o compartilhamento de diferentes significados.

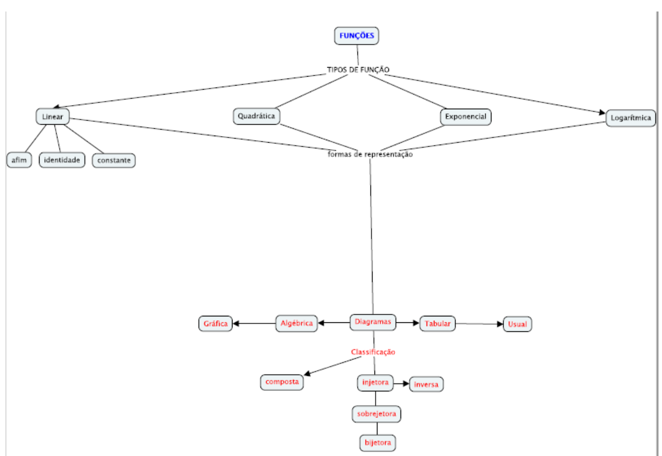
---

[2] Disponível em: www.if.ufrgs.br/~moreira/

Os grupos iniciaram a resolução dos mapas conceituais, os quais foram concluídos após retorno de uma breve pausa de 20 minutos, necessárias para amenizar as quatro horas propostas para o Minicurso. Dos seis grupos montados, um não retornou para as apresentações.

As figuras 4 e 5 apresentam os mapas conceituais elaborados pelos grupos A e B. Observa-se no mapa da figura 4 a ausência do conceito de função trigonométrica, dentro dos tipos de funções. Há uma significação diferente daquela cientificamente aceita, quando indica-se a função afim, a função identidade e a função constante como casos de funções lineares. Na verdade, funções lineares, identidades e constantes são casos particulares de função afim. Também observa-se uma ausência de relação entre os conceitos de função exponencial e função logarítimica, com relação ao fato que uma é inversa da outra. Função composta é indicada como classificação de função, quando na verdade é um tipo de operação entre funções. Observa-se uma ligação entre função injetora e função inversa, condição necessária mas não suficiente para existência de inversa de uma função. O significado de função bijetiva não está claro no mapa, como a condição para que a função seja invertível. Dentro das formas de representação de uma função a ênfase é na forma de diagrama, sendo as demais formas subordinadas àquela, e as setas indicando que devem ser apreendidas na sequência indicada. Todas essas questões foram discutidas ao longo da apresentação do mapa, culminando numa importante reflexão sobre os conceitos apresentados.

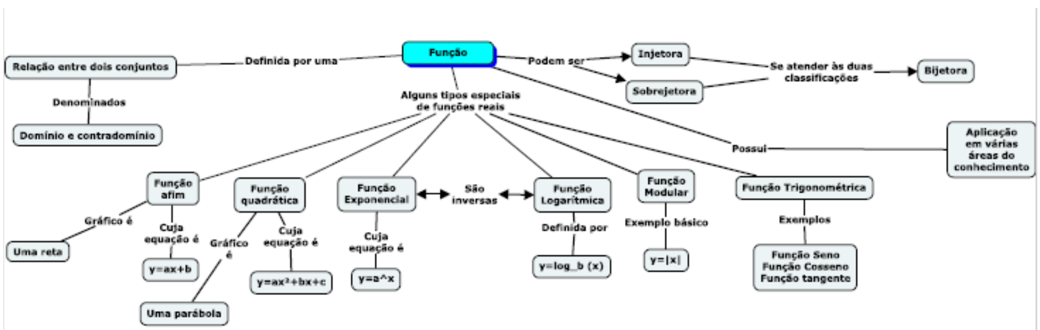
Figura 4: Mapa Conceitual sobre Funções



Fonte: Elaborado pelo grupo A

A figura 5 apresenta um mapa conceitual elaborado sobre bases matemáticas sólidas, incluindo representações matemáticas para os tipos especiais de funções, numa sequência hierarquicamente inferior em relação aos conceitos mais abrangentes, o que caracteriza uma organização cognitiva bem fundamentada. Observa-se também a importância do conceito *Funções* como aplicações em outras áreas do conhecimento, caracterizando a importância da matemática como linguagem da Ciência. Funções exponencias e logarítmicas, apesar de apresentarem uma relação indicando serem uma a inversa da outra, apresentam-se um pouco distantes do conceito *bijetora,* condição suficiente para a existência da inversa. A apresentação do mapa pelos autores oportunizou uma perfeita troca de significados com os demais grupos de trabalho.

Figura 5: Mapa Conceitual sobre Função



Fonte: Mapa Conceitual elaborado pelo Grupo B

Após as apresentações dos Mapas Conceituais os participantes foram convidados a responderem um questionário (apêndice A) sobre sua participação no Minicurso. Doze participantes responderam ao questionário, sendo que todos consideraram o uso dos mapas conceituais como instrumentos importantes a serem adotados no sistema de ensino e de aprendizagem em Matemática. Alguns enfatizaram que, antes da aplicar a técnica do mapeamento conceitual em suas aulas, é necessário aprofundar as questões teóricas que fundamentam sua utilização. Destaca-se a participação de alunos de Graduação em Licenciatura em Matemática e de docentes de Institutos Federais de Educação, interessados em adaptar a estratégia para o ensino, pesquisa e extensão.

Considerações Finais

O minicurso implementado mostrou-se altamente eficaz no que tange a negociação de significados relacionados ao conceito de *Funções*, entre os participantes. Uma atividade deste nível sempre proporciona a reflexão em torno de conceitos cientificamentes aceitos ou não, no contexto da sala de aula. Foi possível resgatar, a partir da elaboração dos mapas, os conhecimentos prévios dos participantes sobre o conteúdo abordado, bem como as relações hierárquicas entre conceitos, presentes na sua estrutura cognitiva. Na perspectiva da Teoria da Aprendizagem Significativa (AUSUBEL, 2000) os conhecimentos prévios são considerados a variável mais importante para uma aprendizagem significativa. Conhecê-los é uma etapa muito importante para o professor elaborar o ensino. Os novos conhecimentos, a partir dos conhecimentos prévios, deverão estar dispostos em material instrucional potencialmente significativo para o aluno, a fim de que este possa relacioná-los de maneira substantiva e não arbitrária na estrutura cognitiva. Para os que não haviam tido contato com a técnica, o uso do software foi estimulante, apesar de percebe-se uma dificuldade inicial na elaboração dos mapas conceituais. No entanto, tal dificuldade foi sanada, a medida que os integrantes de cada grupo interagiram entre si. O valor principal do trabalho está na forma com que oportunizou, aos participantes, conhecimentos em torno do uso do mapeamento conceitual como instrumento em vários níveis de ensino. Em termos da metacognição foi possível refletir em torno das relações individuais e em grupo, construídas no mapa, e compará-las com as relações dos demais grupos, mostrando pontos em que as relações expostas estão mais frágeis, e pontos onde estão mais consolidadas, levando à discussão do motivo pela qual não estão totalmente corretas, e como poderiam ter sido construídas para serem aceitas no campo conceitual de *Funções*. Todos os participantes foram unânimes em afirmar que utilizariam a técnica em suas aulas, para a promoção de uma aprendizagem significativa. Espera-se que estas ações possam ser reproduzidas em diferentes contextos.

Referências

ANDRÉ, M. E. D. A. (1998). *Etnografia da Prática Escolar.* São Paulo: Papirus Editora.

AUSUBEL, D. P. *Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas. 2000.

BORSSOI, A. H. *Modelagem Matemática, Aprendizagem Significativa e Tecnologias: Articulações em Diferentes Contextos Educacionais.* Tese, 256 p. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática. Universidade Estadual de Londrina. 2013.

BOTH, M. *Relações entre Grandezas Geométricas: Um Estudo de Caso Baseado na Aprendizagem Significativa e Análise de Erros*. 162 p. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática). Universidade Federal de Santa Maria, UFSM, 2016.

CURY, H. N. *Análise de Erros: o que podemos aprender com as respostas dos alunos*. Belo Horizonte: Autêntica. 2007.

MOREIRA, M. A. *A Teoria da Aprendizagem Significativa e sua Implementação em Sala de Aula.* Brasília: Editora UnB. 2006(a).

MOREIRA, M. A. *Mapas Conceituais & Diagramas V.* Porto Alegre: Edição do autor. 2006(b).

MOREIRA, M. A. *Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas – UEPS*. Aprendizagem Significativa em Revista. Porto Alegre, v1(2), pp. 43-63. 2011(a).

MOREIRA, M. A. *Metodologias de Pesquisa em Ensino*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011(b).

MOREIRA, M. A. Teorias de Aprendizagem. São Paulo: Editora Pedagógica Universitária (E.P.U), 2015.

NOVAK, J. D. e GOWIN, D. B. *Aprender a aprender.* Lisboa: Plátano Edições Técnicas. 1984.

POMBO, O. *Interdisciplinridade: Ambições e Limites*. Lisboa: Relógio D'Água Editores, 2004.

APÊNDICE A

QUESTIONÁRIO

Prezado(a) participante. Este questionário anônimo tem o objetivo de resgatar suas concepções acerca do Minicurso desenvolvido e do tema abordado. Sua participação é de extrema importância para a avaliação do trabalho, bem como para possíveis adequações ao Minicurso em próximas versões. Agradecemos sua colaboração.

(1) Qual é sua formação profissional e onde você atua?

____

____

(2) Você já havia trabalhado com "mapas conceituais"?

( ) Sim. De que forma? ____

( ) Não.

(3) O minicurso atendeu suas expectativas?

( ) Sim. ( ) Não. ( )Em Partes

Justifique sua resposta: ____

(4) Você utilizaria ou utilizará os mapas conceituais em sua sala de aula?

( ) Sim. ( ) Não. ( ) Talvez.
Justifique sua resposta: ____

(5) Com qual finalidade você acredita ser mais adequada a utilização dos mapas conceituais?

( )Avaliação da Aprendizagem
( )Análise de material didático
( )Análise Metacognitiva
( )Outra. Qual? _________________

(6) Espaço aberto para comentários adicionais: ______________________________________

ENSINO DA MATEMÁTICA EM ESPAÇOS NÃO FORMAIS: O POTENCIAL PEDAGÓGICO DO JARDIM BOTÂNICO DA UFSM (SANTA MARIA, RS, BRASIL)

Alcimone da Conceição Rocha
Universidade Federal de Santa Maria
viacred1@hotmail.com

Luis Sebastião Barbosa Bemme
Centro Universitário Franciscano
luisbarbosab@yahoo.com.br

Eixo temático: Ensino e aprendizagem na Educação Matemática

Modalidade: Oficina/Minicurso

Resumo
Diante da complexidade que a nossa sociedade vem se configurando se faz necessário pensar nos processos de ensino e aprendizagem que possam estender-se para além do espaço formal de sala de aula. Nesse sentido, esta escrita, tem como objetivo apresentar uma proposta de ensino de Matemática, em ambiente não formal, realizada em uma oficina pedagógica com futuros professores e professores atuantes, durante V Escola de Inverno de Educação Matemática e 3º Encontro Nacional PIBID – Matemática promovida pela Universidade Federal de Santa Maria - UFSM. Tal ação busca fazer com os professores reflitam sobre outras possibilidades que possam contribuir para a apropriação dos conceitos científicos. Como principal ponto, levantamos que a oficina pode se converter em um espaço rico para pensar possibilidades e traçar relações entre os conhecimentos matemáticos e os espaços fora de sala de aula.

Palavras-chave: Espaço não-formal, ensino de Matemática, formação de professores, oficina pedagógica.

Introdução

Este artigo caracteriza-se como um relato de experiência, a partir de uma oficina pedagógica que foi realizada no ano de 2016, durante V Escola de Inverno de Educação Matemática e 3º Encontro Nacional PIBID – Matemática promovida pela Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, tendo como participantes professores atuantes e futuros professores de Matemática.

A ideia proposta nesta oficina, parte das dificuldades encontradas pelo professor de Matemática ao planejar estratégias de ensino. Acreditamos que muitas das ações ainda são realizadas apenas em espaço formal da sala de aula, onde por vezes os alunos não têm a possibilidade de explorar outros meios que auxiliem o processo de compreensão. Como uma proposta metodológica, encontramos nos espaços não formais uma maneira de motivar o aluno para a aprendizagem matemática, de modo que o ensino não esteja centrado apenas na figura do professor, mas possibilite que o aluno participe do processo de aprendizagem.

A escola como um espaço formal de educação tem um papel fundamental para que novas gerações possam se apropriar dos conhecimentos historicamente produzidos. Neste sentido a educação "(...) é o processo de transmissão e assimilação da cultura produzida historicamente, sendo por meio dela que os indivíduos humanizam-se, herdam a cultura da humanidade." (RIGON, ASBAHR, MORETTI, 2010, p. 27).

Desta forma defendemos que a utilização de espaços não formais pode ser visto como um complemento para o ensino, sem a pretensão de tomar o espaço de sala de aula, mas de complementar as atividades desenvolvidas nela.

No caso da oficina pedagógica o espaço para exploração foi o Jardim Botânica da UFSM, mas como aponta os autores Vieira, Bianconi e Dias (2005) os espaços não formais podem ser museus, centro de ciências ou em qualquer outro espaço que permita um planejamento adequado do que se quer ensinar com essa ação.

O presente artigo é composto por uma introdução aonde apresentamos o tema, no desenvolvimento discutimos o conceito de espaço não formal e descrevemos as ações que foram desenvolvidas na oficina, por fim tecemos algumas considerações sobre a mesma.

Desenvolvimento

Nessa sessão da escrita, definiremos o que entendemos por espaço não formal e posterior a isso descreveremos a organização das ações na oficina, por fim teceremos algumas considerações sobre o desenvolvimento da mesma.

Espaço não-formal: local para aprendizagem

Iniciamos nossa discussão nesse tópico defendendo o papel da escola na formação do homem. Entendemos que através da apropriação dos conhecimentos científicos o homem vai se desenvolvendo. Nesse sentido nos resta pensar em estratégias que possibilite ao aluno essa apropriação.

Entendemos que os processos de ensino e aprendizagem estão em foco de discussão atualmente o que possibilita que possamos avançar nesse campo trazendo novas questões e pensando em novos modos de organização do ensino que contribui para a aprendizagem do aluno.

Nossa preocupação justifica-se a partir do que Kostiuk (2005) pontua ao destacar que,

> Toda a educação determina, de uma maneira ou de outra, o desenvolvimento da personalidade da criança, deixando nela um vestígio. Todavia, nem toda a educação dirige ativamente o desenvolvimento para fins específicos. Existe casos (...) em que o resultado da educação é exatamente o contrário do desejado. (KOSTIUK, 2005, p. 57)

Diante das demandas sociais que a escola recebe e dos baixos rendimentos apresentados pelos alunos, acreditamos que se faça necessário discutirmos outras possibilidades para o ensino, não deixamos de reconhecer a escola como um espaço socialmente construído com o propósito de ensinar os conhecimentos historicamente elaborados pelo homem, também não entendemos que os espaços não formais sejam a única possibilidade para as melhorias no processo de ensino e aprendizagem, mas uma ferramenta a mais que o professor dispõem para auxiliar nesse processo.

Pivelli e Kawasaki (2005) pontuam que,

> [...] é preciso ter cuidado para não se escolarizar as instituições. Acredita-se que o objetivo maior destes locais que expõem biodiversidade é o de despertar curiosidades, paixões, possibilitar situações investigadoras, gerar perguntas que proporcionem a sua evolução e não somente dar respostas às questões que são colocadas pelo ensino formal. (Pivelli e Kawasaki, 2005, p. 9).

Nesse sentido, pensar em um ensino a partir de um ambiente que não seja a sala de aula requer uma atenção redobrada, já que a intencionalidade do professor deve estar clara não somente para ele, mas para o aluno, já que este necessita ter clareza das ações a serem realizada para que ele possa atribuir sentido a atividade que esta sendo realizada.

É importante que o aluno seja capaz de compreender e relacionar os conhecimentos estudados em sala de aula com elementos que não se fazem presente diretamente nela. No caso dessa oficina pedagógica o espaço escolhido para a realização das ações foi o Jardim Botânico da

UFSM, no entanto, outros espaços podem servir para que se estabeleça essa relação tais como igrejas, praças, monumentos históricos, museus ou zoológicos.

Para o desenvolvimento desse tipo de ação o ambiente é variável e quem vai definir qual o melhor espaço para se introduzir certo conceito será o professor ao organizar suas atividades identificando qual a intencionalidade daquela ação para a aprendizagem do aluno.

Os passos da atividade: uma possibilidade de organização das ações

A seguir apresentaremos os passos que foram desenvolvidos com os alunos durante a realização da oficina bem como algumas observações sobre cada etapa.

A atividade foi proposta nos moldes de uma oficina pedagógica, onde foram apresentadas: uma introdução para definir o que são espaços não formais, o papel da escola como fundamental na transmissão de conhecimentos historicamente produzidos bem como o interesse em pensar estratégias que auxiliem no processo de compreensão dos conceitos matemáticos.

Utilizando o espaço não formal, como um modo de motivar os alunos a buscar relações matemáticas no contexto ao qual estão inseridos, os participantes foram organizados em três grupos e conduzidos para o Jardim Botânico da Universidade Federal de Santa Maria onde seguiram para o reconhecimento e observação dos elementos naturais presentes nesse espaço.

Cada grupo seguiu para um determinado local e registrou de forma diferente suas impressões sobre o mesmo. Alguns com fotos, outros com registros escritos e alguns com desenhos.

Depois do tempo determinado de uma hora, seguiram novamente para o espaço de sala de aula para relatar suas observações. Foram orientados a utilizar o material disponibilizado em sala como: cartolina, massa de modelar, palitos de churrasco e pincel atômico para organizar uma apresentação onde ficasse clara a relação com o observado e um conceito matemático.

Cada grupo escolheu uma forma de representar o que havia lhe chamado à atenção e que poderia ser feita uma possível relação com o conteúdo matemático. Dessa forma construíram maquetes, fizeram cartazes com desenhos e descrição de suas observações, um dos grupos fez miniaturas com massa de modelar. O que mais chamou a atenção é que cada grupo observou e relatou coisas diferentes dentro de um mesmo ambiente, o que tornou a experiência ainda mais rica e interessante.

O grupo 1, observou uma estrutura feita em bambo construída com diversos triângulos, mas relataram não o formato geométrico da construção e sim quantas possibilidades de entrar e sair da estrutura de bambo, considerando o conceito de análise combinatória. Construindo uma réplica com palitos de churrasco e massa de modelar como forma de registro da sua experiência.

Percebemos que utilizando este espaço fora de sala de aula o professor pode problematizar com seus alunos as possibilidades a partir de um elemento real, esta problematização pode levar a necessidade do aluno desenvolver uma ferramenta que auxilie ele a resolver o problema de forma mais rápida, e neste caso a Matemática pode ser entendida como uma ferramenta que auxilia na resolução de problemas e tomada de decisões.

O grupo 2, observou como se deu o plantio de três palmeiras em formato de triângulo e os bancos dispostos na entrada do Jardim Botânico que estavam em formato de hipérbole. Representaram com cartazes e pequenas árvores feitas com massa de modelar, como forma de registro de sua experiência.

A problematização neste caso esta ligada ao modo de calcular uma área sem a utilização de uma fórmula. Poderia ser questionado se isso seria possível e quais os caminhos que teriam que seguir para chegar a solução do problema. O grupo ainda observou a questão do movimento das sombras a partir do movimento do sol e como seria possível estabelecer uma relação desse fato com a Matemática.

O grupo 3, registrou as simetrias, encontradas nas flores do local e as diversas espécies com formatos geométricos. Como forma de registro utilizaram massa de modelar e um cartaz, para descrever a experiência e relatar os passos que seguiram. Além das simetrias observaram os bambus e como poderia ser introduzido o cálculo de volume de cilindro a partir dele.

Nos três grupos percebe-se que eles reconheceram que os elementos desse espaço servem como possibilidades do aluno experimentar e vivenciar uma situação que posteriormente pode ser resolvida com o auxílio da Matemática. Nestes casos o aluno compreenderia como a Matemática é uma ferramenta importante para compreender o mundo.

Como já mencionamos anteriormente não discordamos que existe um momento da aula que o professor precisa sistematizar os conteúdos trabalhos de modo que o aluno tenha uma síntese do que foi estudado, o espaço não formal serve como um elemento motivador ou introdutório de um conceito, mas somente ele não é capaz de dar conta de toda a aprendizagem que o aluno necessita.

No item seguinte tecemos algumas considerações sobre a realização dessa oficina.

Considerações finais

O desenvolvimento das ações anteriormente descritas, permitiram que pontuássemos algumas considerações sobre o ocorrido. Inicialmente destacamos a importância de um espaço que permita discussões sobre os processos de ensino e aprendizagem de Matemática envolvendo futuros professores e professores atuantes. Defendemos que práticas que tenham esse cunho formativo pode efetivamente contribuir para a formação de ambos os grupos envolvidos.

Outra questão que pontuamos foi o interesse e a participação de todos os sujeitos envolvidos. A participação dos sujeitos nos permitiu concluir que todos entenderam a proposta da oficina, pois na última etapa das ações os três grupos conseguiram apresentar propostas de ensino voltadas para o ensino de Matemática a partir das observações realizadas no Jardim Botânico da UFSM.

Por fim pontuamos, que com essa proposta de ensino não pretendemos abandonar ou desmerecer o papel do espaço formal para os processos de ensino e aprendizagem, mas agregar mais uma possibilidade para o professor que precisa munir-se de um leque de possibilidades que lhe permitam inovar os próprios modelos de ensino.

Referências

KOSTIUK, G. S. **Alguns aspectos da relação recíproca entre educação e desenvolvimento da personalidade.** In: LEONTIEV, A. N.; VYGOTSKY, L. S.; LURIA, A. R. e outros. Psicologia e pedagogia: bases psicológicas da aprendizagem e do desenvolvimento. Trad. Rubens Eduardo Frias. São Paulo: Centauro, 2005.

PIVELLI, S. R. P.; KAWASAKI, C. S. **Análise do potencial pedagógico de espaços não formais de ensino para o desenvolvimento da temática da biodiversidade e sua conservação**. In: Anais do V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Bauru, p. 674, 2005.

RIGON, A. J.; ASBAHR, F. da S. F.; MORETTI, V. D. **Sobre o processo de humanização.** In: MOURA, M. O. de. (org.) A atividade pedagógica na teoria histórico-cultural. Brasília: Liber livro, 2010.

VIEIRA,V.; BIANCONI, M.L.; DIAS, M. **Espaços Não-Formais de Ensino e o Currículo de Ciências. Ciência** & Cultura. v.57, n.4, Out/Dez. p.21 - 23. 2005.

ENEM E MATERIAIS POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVOS NO GEOGEBRA

Renata Cezar Pinto
UFSM
rehpinto@hotmail.com

Sandra Eliza Vielmo
UFSM
sandravielmo@gmail.com

Eixo temático: Formação de Professores que ensinam Matemática

Modalidade: Oficina/Minicurso

Resumo

Este artigo relato o desenvolvimento de um minicurso ofertado na V Escola de Inverno de Educação Matemática na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), tendo como objetivo propor a construção de materiais potencialmente significativos através do software GeoGebra, considerando alguns itens da área de Matemática e suas Tecnologias do Exame Nacional de Ensino Médio (ENEM). Segundo pesquisadores, na aprendizagem significativa ocorre o fortalecimento dos conhecimentos já existentes, os quais poderão ser resgatados quando requeridos ou reaprendidos sem dificuldades a qualquer tempo ao longo da vida. Estes pressupostos vão ao encontro dos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM) que em suas diretrizes preconizam que ao concluir o Ensino Médio, o indivíduo seja capaz de mobilizar seus conhecimentos e habilidades de maneira eficiente diante das situações-problemas do seu cotidiano. Desta forma, o minicurso buscou contribuir na formação inicial de acadêmicos de cursos de licenciatura em Matemática e na formação continuada de professores de Matemática da Educação Básica.

Palavras-chave: ENEM; Materiais Potencialmente Significativos; GeoGebra.

1. Introdução

Neste trabalho relatamos a aplicação de uma pesquisa desenvolvida na área da Educação Matemática, que tem o objetivo de produzir Materiais Potencialmente Significativos através do *software* GeoGebra, a partir de alguns itens do Exame Nacional de Ensino Médio (ENEM). Desta forma, elaboramos uma sequência de atividades utilizando itens de geometria de provas de matemática do ENEM dos últimos cinco anos, adaptadas de forma que possibilitassem uma visão generalizada das questões, objetivando o resgate de conhecimentos prévios ao tentar resolvê-las ou a aquisição de novos conhecimentos de maneira potencialmente significativa. Para isso, propomos dois momentos: o primeiro, para resolver as questões adaptadas de forma algébrica, elencando os conhecimentos matemáticos requisitados durante a resolução; o segundo, para resolver as situações propostas no GeoGebra, elencando os conhecimentos matemáticos requisitados ou adquiridos durante a resolução.

Nossa proposta do minicurso pretendeu possibilitar aos licenciados de matemática, futuros docentes da Educação Básica ou aos docentes, participantes do minicurso, uma nova visão das situações-problemas generalizadas do ENEM, de modo a responder a seguinte questão: Como se dá o processo de aquisição de significados na resolução de questões de matemática do ENEM, com a utilização do GeoGebra?

Inicialmente apresentamos os referenciais teóricos que foram utilizados nesta pesquisa: o Exame Nacional do Ensino Médio, as contribuições do uso do GeoGebra no ensino de matemática e a Teoria da Aprendizagem Significativa. Na sequência, explicitamos a metodologia utilizada, a sequência de atividades e a análise da experiência.

2. Embasamento Teórico

Ao realizar o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), o candidato deverá interpretar e mobilizar seus conhecimentos prévios para efetivamente resolver os problemas propostos, a partir dos dados apresentados. Isto ocorrerá, somente se a aprendizagem prévia adquirida ao longo de sua vida escolar foi significativa, caso contrário, não disporá de conceitos subsunçores capazes de servir de ancoradouros para aquisição de novas aprendizagens.

Segundo o INEP,

> O Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) tem como finalidade precípua a avaliação do desempenho escolar e acadêmico ao fim do Ensino Médio, podendo seus resultados ser utilizados para: compor a avaliação da qualidade do Ensino Médio no País; subsidiar a implementação de políticas públicas; criar referência nacional para o aperfeiçoamento dos currículos do Ensino Médio; desenvolver estudos e indicadores sobre a educação brasileira; estabelecer critérios de acesso do participante a programas governamentais; selecionar candidatos para o Ensino Superior; e constituir parâmetros para a autoavaliação do participante, com vistas à continuidade de sua formação e à sua inserção no mercado de trabalho. (INEP, 2015, p.04).

Por outro lado, os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) apontam a importância do desenvolvimento histórico da tecnologia associada a diversos campos da Matemática, o reconhecimento de sua presença e implicações no mundo cotidiano, nas relações sociais de cada época, nas transformações e na criação de novas necessidades às condições de vida atuais. Nesse sentido, o uso de um *software* de geometria dinâmica, em particular o GeoGebra, através de sua interface algébrica e geométrica, permite potencializar a aprendizagem dos conceitos matemáticos e uma mobilização simultânea capaz de gerar uma compreensão mais significativa dos objetos matemáticos envolvidos. O uso do GeoGebra possibilita que o estudante concentre seus esforços nas ações cognitivas que envolve o problema proposto e ainda assim, consiga mobilizar seus conhecimentos de forma visual, a fim de facilitar a compreensão do que está sendo proposto. Segundo Giraldo, Caetano, Mattos (2012), as ferramentas de geometria dinâmica

> permitem a construção de objetos geométricos de acordo com as propriedades ou relações estabelecidas. Estes podem então ser manipulados dinamicamente, de tal maneira que as propriedades e relações sejam preservadas. Esse modo particular de construção geométrica apresenta características especiais, que podem ter consequências importantes para a aprendizagem. (GIRALDO; CAETANO; MATTOS, 2012, p.168).

Com base nisso, os estudantes podem ir atribuindo significados as suas conclusões, a partir de erros e acertos das inserções que executarem no *software*. Para isso, entende-se que para o processo da aprendizagem significativa, é necessário partir dos conhecimentos que o indivíduo possui, ou seja, resgatar os conhecimentos prévios adquiridos até o momento na Educação Básica, aprimorando-os de maneira significativa.

Para Ausubel (1978) a promoção da aprendizagem significativa requer a averiguação dos conhecimentos prévios do indivíduo e ensiná-lo de acordo com esses conhecimentos. Em relação a este aspecto, o pesquisador Moreira (2012) traz que

> É importante reiterar que a aprendizagem significativa se caracteriza pela interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos e que essa interação é não-literal e não-arbitraria. Nesse processo, os novos conhecimentos adquirem significado para o sujeito e os conhecimentos prévios adquirem novos significados ou maior estabilidade cognitiva. (MOREIRA, 2012, p. 02).

A construção de novos conhecimentos a partir dos conhecimentos prévios é possível por meio de conexões cognitivas. Isto é, a aprendizagem significativa ocorre quando uma nova informação se inter-relaciona com conceitos já existentes na sua estrutura cognitiva produzindo links conceituais. Dessa forma, os conhecimentos são ultrapassados, mas também conservados, adquirindo novos significados e podendo facilitar novas aprendizagens.

A aprendizagem significativa não pressupõe o não esquecimento, mas garante que o indivíduo não perca os significados, podendo resgatá-los quando requeridos ou reaprendê-los sem dificuldades. Justamente o que os PCNEM preconizam em suas diretrizes, que o indivíduo deixe o Ensino Médio capacitado para mobilizar seus conhecimentos e habilidades de maneira eficiente diante das situações-problemas do seu cotidiano.

3. Metodologia, Relato e Análise da Experiência

Quanto à abordagem do problema, a pesquisa é considerada de caráter qualitativo e teve o intuito de buscar respostas à questão de investigação "Como se dá o processo de aquisição de significados na resolução de questões de matemática do ENEM, com a utilização do GeoGebra?". Esta pesquisa foi aplicada durante o desenvolvimento do minicurso realizado no dia 03 de agosto de 2016 na V Escola de Inverno de Educação Matemática na UFSM.

Inicialmente, foi aplicado um questionário semiestruturado, buscando identificar o perfil dos participantes e seus conhecimentos referentes ao uso de Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) e do GeoGebra na sua prática discente e/ou docente. Nove participantes responderam o questionário, sendo dois estudantes de licenciatura em Matemática, dois professores de matemática em escola pública com mestrado em Educação Matemática e cinco estudantes de mestrado em Educação Matemática. Referente a pergunta sobre conhecimento e uso de TIC e GeoGebra, sete declararam já ter utilizado o GeoGebra em sala de aula, como discentes ou docentes, um declarou ter experiência com outras TIC, mas não com o GeoGebra e um não ter experiência com nenhum tipo de TIC.

As atividades desenvolvidas se basearam em três situações-problemas adaptadas de questões do ENEM que envolviam conteúdos de geometria. As situações-problemas foram apresentadas sequencialmente aos participantes através de material impresso, onde inicialmente era solicitado que os mesmos resolvessem "tradicionalmente" com lápis e papel e enunciassem os conhecimentos matemáticos necessários nessa resolução. Em seguida, foi solicitado que resolvessem a situação proposta no GeoGebra e, de forma análoga, enunciassem os conhecimentos matemáticos utilizados durante esta resolução.

Ao final da realização das atividades, os participantes responderam a um questionário onde relataram suas percepções em relação ao desenvolvimento das atividades, respondendo as seguintes perguntas:

1) **O uso do GeoGebra proporcionou o resgate de conhecimentos matemáticos prévios necessários para resolver as questões propostas?** As respostas a essa questão foram positivas, conforme trechos destacados a seguir: "*A utilização do software GeoGebra possibilita resgatar e utilizar diversos conhecimentos matemáticos, principalmente para que as propriedades das construções se mantenham.*"(Participante 1) "*Além de proporcionar o resgate, o GeoGebra exercita a visualização, a relação entre leitura e situação real, o GeoGebra proporciona a lembrança de conceitos matemáticos necessários para a resolução.*" (Participante 2) "*Há conteúdos que não são necessários para resolver no GeoGebra, mas são necessários pra resolver algebricamente. Entretanto, para as resoluções apenas no software as construções ajudam no resgate de conhecimentos prévios.*" (Participante 3) "*Na medida em que são verificadas as condições e conceitos de cada exemplo.*" (Participante 4) "*Foi necessário relembrar alguns conceitos tanto para a resolução no GeoGebra quanto na resolução algébrica.*" (Participante 5) "*Ainda mais, aliando a isso, a ideia de desenvolver a resolução algébrica primeiro.*" (Participante 6) "*Relembrar conceitos que, a principio, parecem fáceis, mas no fundo fazem você pensar em outros aspectos ou conteúdos, que estão interligados com aqueles conteúdos propostos.*" (Participante 7) "*Para ser possível construir e modificar sem perder as propriedades.*" (Participante 8) "*Pois, sem o GeoGebra, houve uma tendência a utilizar apenas conhecimentos algébricos, mas ao construir as atividades no software foi possível resgatar conceitos para além do algébrico valorizando o pensamento geométrico.*" (Participante 9).

A partir destes relatos e das observações dos diálogos surgidos durante a realização das atividades, percebeu-se que efetivamente o GeoGebra proporcionou o regate de conhecimentos prévios como circuncentro, incentro e discussões relacionadas a outras definições como baricentro, ortocentro etc. Alguns participantes lembravam destes pontos notáveis, porém, não recordavam das condições de existência de cada uma, confundido-as. Outros desconheciam as relações, e a experiência lhes proporcionou a aquisição desses novos conhecimentos.

2) **O uso do GeoGebra auxiliou na aquisição e/ou compreensão de novos conhecimentos matemáticos necessários para resolver as questões propostas?** As respostas a essa questão também foram positivas, conforme relatos: "*No momento em que relaciona-se novos conhecimentos com a utilização de comandos, os quais desconhecia anteriormente. Sua utilização, em relação aos conceitos matemáticos , é fundamental para facilitas a compreensão e*

ligação entre conceitos." (Participante 2) "*Especialmente na compreensão dos novos conhecimentos, também pelo aspecto visual (representação).*" (Participante 3) "*Na primeira abordagem a álgebra prevalece. A utilização do software favorece a visualização, representação do objeto e generalização.*" (Participante 4) "*O uso do GeoGebra auxiliou na melhor visualização do problema e também na compreensão.*" (Participante 5) "*As ferramentas possibilitam um repensar na forma de se resolver o problema. Além de poder ver a generalização da construção geométrica.*" (Participante 6) "*Exemplificando fórmulas e teoremas.*" (Participante 8) "*O fato do GeoGebra ser dinâmico faz-se necessário utilizar conceitos que seriam mobilizados sem ele. Por exemplo, para o desenho no papel a atividade é estática, mas no software é imprescindível o uso de retas paralelas, perpendiculares, mediatrizes, etc... De forma a manter as propriedades da figura.*" (Participante 9).

Observa-se que o GeoGebra mostrou-se potencialmente significativo para estes participantes, na medida que proporcionou a mobilização de relações matemáticas distintas das utilizadas algebricamente. Além de oportunizar diferentes representações de uma mesma situação-problema e facilitar a aquisição e compreensão de novos conhecimentos matemáticos.

Durante o minicurso, observamos que os alunos envolveram-se com a proposta e sentiram-se motivados em trabalhar com o GeoGebra na resolução das atividades. Também, os participantes observaram que a resolução no GeoGebra requerer a mobilização de conhecimentos distintos daqueles utilizados na resolução algébrica.

4. Considerações Finais

O uso de *softwares* como o GeoGebra no ensino de matemática busca proporcionar aos indivíduos uma visão geral mais abrangente das situações-problemas propostas, auxiliando-os na escolha de procedimentos e estratégias mais adequados para resolver problemas cotidianos. Os livros didáticos do Ensino Médio atualmente buscam explorar uma abordagem integrada das tecnologias aos conteúdos matemáticos, especialmente em capítulos que trazem o tema Tratamentos de Informação.

A proposta de atividades desenvolvidas, envolvendo o uso do GeoGebra no ensino de matemática, visou possibilitar aos participantes o resgate de conhecimentos subsunçores necessários para ancorar novos conhecimentos ou atribuir significados consistentes aos conhecimentos já existentes.

Quanto ao problema de investigação *Como se dá o processo de aquisição de significados na resolução de questões de matemática do ENEM, com a utilização do GeoGebra?*, a utilização do GeoGebra para resolver as situações propostas se mostrou válida ao resgate de conhecimentos prévios já existentes na estrutura cognitiva dos participantes, bem como contribuiu de maneira potencialmente significativa na aquisição de novos conhecimentos matemáticos.

Observou-se a partir dos diálogos e dos relatos escritos que os participantes foram requisitando o máximo de conhecimentos que puderam lembrar, chegando aos conceitos que mais dominavam. Na resolução algébrica, notou-se, principalmente, o uso de fórmulas, que possivelmente foram aprendidas mecanicamente, sem fazer relação entre os diferentes tipos de representações possíveis. Além disso, considera-se que as atividades propostas foram capazes de sensibilizar os participantes para uma visão mais ampla de conhecimentos matemáticos que uma mesma situação-problema pode proporcionar.

5. Referências

AUSUBEL, D. P. **Psicologia Educativa. Un punto de vista cognoscitivo.** México: Editorial Trilhas, 1978.

BRASIL, Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares do Ensino Médio: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília: MEC/Semtec, 2000a.

GIRALDO, V.; CAETANO, P.; MATTOS, F. **Recursos computacionais no ensino de matemática.** Rio de Janeiro: SBM, 2012.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANISIO TEIXEIRA. **Nota técnica.** Brasilia: Inep, 2012.Disponível em <http://download.inep.gov.br/educacao_basica/enem/nota_tecnica/2011/nota_tecnica_tri_enem_18012012.pdf>. Acesso em: 12 set. 2016.

MOREIRA, M. A.**O que é afinal Aprendizagem significativa?** Aula Inaugural do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais, Instituto de Física, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, MT, 23 de abril de 2012. Aceito para publicação, Qurriculum, La Laguna, Espanha, 2012.

MANDALAS E A CONSTRUÇÃO DE SABERES INTERDISCIPLINARES EM ARTE E MATEMÁTICA

Ana Paula de Oliveira Ramos
Universidade Federal do Pampa - Unipampa
anapauladeoliveiraramos@yahoo.com.br

Ângela Maria Hartmann
Universidade Federal do Pampa – Unipampa
angelahartmann@unipampa.edu.br

Eixo temático: Ensino e aprendizagem na Educação Matemática

Modalidade: Oficina/Minicurso

Resumo

O minicurso teve por objetivo explorar entes geométricos utilizados na construção de Mandalas, de modo a estabelecer um trabalho articulado entre Arte e Matemática e o desenvolvimento de aspectos cognitivos e estéticos dos participantes. Além de manipular ferramentas como régua, compasso e transferidor para desenhar as mandalas, foram levantadas questões como: quais conteúdos matemáticos podem ser explorados na sua construção? Quais relações podem ser estabelecidas com a Arte? As questões tinham por objetivo estabelecer critérios, situações matemáticas, assim como a relação com outras áreas de conhecimento. Também foram feitas sugestões e avaliada a aplicação da atividade com turmas de Ensino Fundamental e Médio. O minicurso foi dividido em três etapas: i) origem histórica e religiosa das mandalas; ii) construção geométrica de mandalas; iii) uso de mandalas para explorar conteúdos matemáticos e a expressão estética.

Palavras-chave: Mandalas; Matemática; Artes; Interdisciplinariedade; Geometria.

Introdução

Propõe-se neste trabalho o resgate do potencial educativo que o traçado de Mandalas pode oferecer para a retomada de conceitos geométricos. A motivação para desenvolver um minicurso sobre Mandalas para ensinar geometria e conteúdos atitudinais, deu-se em função do seu potencial para explorar conceitos matemáticos durante a criação de sua estrutura, a construção de relações geométricas a partir da estrutura criada, sobreposição de figuras, linhas, assim como a ampliação da percepção visual de quem constrói uma Mandala.

Por outro lado, há poucos relatos e pesquisas que estudam os conceitos que relacionam Arte e Matemática utilizando Mandalas para promover a aprendizagem de conteúdos dessas áreas de conhecimento. Tendo em vista essa primeira constatação, emergiu a questão: “Quais conteúdos matemáticos podem ser explorados na construção de Mandalas, que possam ser associados a conteúdos de Artes?” O objetivo do minicurso foi construir Mandalas, explorando estruturas geométricas, que podem ser inscritas numa circunferência, de modo a desenvolver a percepção espacial, criativa, capacidade de abstração e imaginação, coordenação motora, concentração, além de promover o aprendizado de conteúdos matemáticos, estéticos e religiosos.

Na busca das relações, que venham correlacionar ou adicionar valores na aprendizagem de conhecimentos dessas duas áreas, Matemática e Artes, embora pareçam distintas, podemos pontuar objetivos em comum. Entre esses estão: promover atitudes e valores sociais, valorizar a cultura, promover a independência intelectual, o desenvolvimento do raciocínio e da lógica, gerar manifestações de aprendizagem no âmbito coletivo e individual.

Os conteúdos atitudinais, aqueles que desenvolvem os valores humanos e sociais, interligam-se dentre os currículos de Artes e Matemática. Esses conteúdos podem ser identificados como o desenvolvimento de atitudes favoráveis para a aprendizagem; troca de experiências com os colegas, auxiliando a construção do conhecimento, respeitando a opinião individual; promoção da autonomia crítica; sensibilidade pela observação do espaço e forma; dentre outros (BRASIL, 1998).

A matemática, a arte e a religião estão presentes no cotidiano humano há muitos séculos, porém, a atual educação escolar coloca, usualmente, esse conhecimento em três áreas de conhecimento diferentes. Os conhecimentos de matemática, arte e religião acabam sendo tratados de forma isolada, porém tem-se buscado que o aluno seja capaz de compreender que seu aprendizado pode e deve ser utilizado em diferentes contextos, tornando o apto, por exemplo, a ter domínio de conceitos, flexibilidade de raciocínio, capacidade de análise e abstração (ELAM, 2010; MICOTTI, 1999).

O estudo da Matemática tem por meta auxiliar na formação das capacidades intelectuais do aluno, na estruturação de seu pensamento e no processo de raciocínio dedutivo lógico. Este raciocínio que parte de um amplo campo de relações, regularidades e coerências, auxiliadores da capacidade de generalizar, projetar, prever e abstrair, favorecendo a estruturação do pensamento e o desenvolvimento do raciocínio lógico (BRASIL, 1998).

> Mesmo com um conhecimento superficial da Matemática, é possível reconhecer certos traços que a caracterizam: abstração, precisão, rigor lógico, caráter irrefutável de suas conclusões, bem como o extenso campo de suas aplicações. A abstração matemática revela-se no tratamento de relações quantitativas e de formas espaciais, destacando-as das demais propriedades dos objetos. A Matemática move-se quase exclusivamente no campo dos conceitos abstratos e de suas inter-relações. (BRASIL, 1998, p. 23)

Aprender sobre arte amplia a compreensão do mundo, sua dimensão poética, pois "a arte ensina que é possível transformar continuamente a existência, que é preciso mudar referências a cada momento, ser flexível" (BRASIL, 1998, p. 16). Ao estudar Artes, "o aluno desenvolve sua sensibilidade, percepção e imaginação, tanto ao realizar formas artísticas quanto na ação de apreciar e conhecer as formas produzidas por ele e pelos colegas, pela natureza e nas diferentes culturas" (BRASIL, 1998, p. 14).

Entende-se que a forma ordenada da criação, deu-se através da geometria, tida como sagrada nas suas diversas edificações. Uma Mandala é composta por círculos, quadrados e outras formas concêntricas, que possuem um centro comum. Muitas Mandalas possuem simetria, repetição de desenhos de cada lado a partir de um eixo (linha) e várias podem ser desenhadas utilizando compasso e régua.

O desenho das Mandalas tem por base, uma estrutura geométrica, delimitando espaços em porções simétricas, marcando interações geométricas. A Mandala torna-se um importante elemento no processo educacional, devido às possibilidades de exploração de vários conceitos, assim como as aplicações que se estendem a vários setores como, por exemplo, para as artes plásticas, o desenho industrial, a joalheria, a programação visual, dentre outros (FIORAVANTI, 2003).

O ensino da geometria, segundo Sherard (1993), contribui na resolução de problemas do cotidiano, conecta conteúdos como álgebra, aritmética e estatística, amplia a percepção espacial, criatividade e abstração, assim como ensino de valores estéticos. Um dos maiores desafios dos professores é elaborar metodologias que consigam abordar e estimular o estudo, bem como a compreensão da geometria pelo aluno.

A criação de Mandalas é fortemente ligada à geometria plana e analítica, devido à maioria das orientações serem voltadas para a construção de figuras geométricas planas; à

Arte, devido à possibilidade de exploração de cores, texturas e criatividade na composição; à História e Religião, vistas de maneira entrelaçada, afim de resgatar conteúdos de determinados períodos históricos que envolviam religiosidade, assim como o aprofundamento da filosofia budista.

A análise do que ocorre na construção ou até mesmo na observação de uma Mandala, estamos trabalhando no nosso interior, a memória da imagem, trazendo para si autoconhecimento e mudanças estabelecidas para as próximas visualizações ou produções (LIEURY, 1997).

> A memória de imagens é extremamente poderosa e duradoura (..), mas a memória das imagens não é a memória “fotográfica” da concepção popular, mas sim a da síntese da imagem, tratando-se então do resultado de variados mecanismos. Para ler uma imagem, temos sempre de associar a palavras-conceitos, o que leva mais tempo, mas permite uma melhor memorização. (LIEURY,1997, p. 49)

Pelo movimento cultural, pode-se afirmar que a Matemática, Arte, e inclusive, Religião, caminham juntas como estratégias para conhecer a realidade e suas representações. “Em todos os tempos e em todas as culturas, Matemática, Artes, Religião, Música, Técnicas, Ciências foram desenvolvidas com a finalidade de explicar, de conhecer, de aprender, de saber/fazer e de predizer (artes divinatórias) o futuro” (CYRINO 2005 apud D’AMBROSIO, 2015, p. 7).

Metodologia

O minicurso sobre Mandalas realizado durante a 8ª Escola de Inverno de Educação Matemática (EIEMAT), na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), RS, no dia 04 de agosto de 2016, contou com 37 participantes. Dentre eles havia estudantes de cursos de Matemática – Licenciatura e professores de diversas universidades.

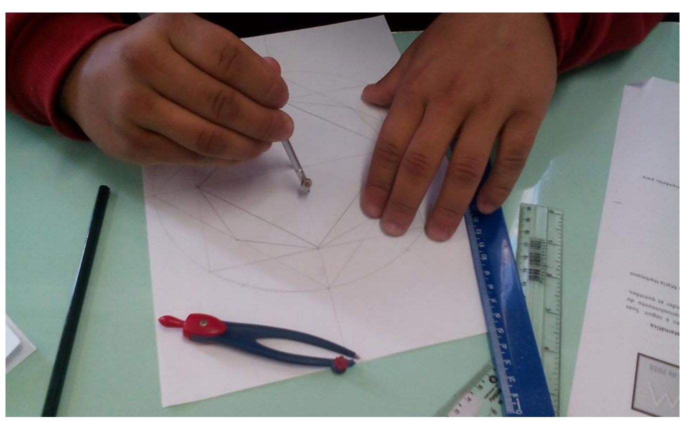
O minicurso foi ministrado em três etapas: i) apresentação da origem histórica e religiosa das Mandalas; ii) construção geométrica de Mandalas; iii) discussão, com os participantes, sobre o uso de Mandalas para explorar conteúdos matemáticos e seu potencial para desenvolver a expressão estética em turmas de Ensino Fundamental e Médio. Foram levantandas questões como: quais conteúdos matemáticos podem ser explorados na sua construção? Quais relações podem ser estabelecidas com a Arte e Religião? As questões tinham por objetivo estabelecer conexões com situações matemáticas, assim como a relação com outras áreas de conhecimento. Para construção das Mandalas, foram utilizados: folha de papel A4, régua, compasso, transferidor, lápis preto, borracha e lápis de cor.

A criação de Mandalas auxilia no conteúdo de desenho geométrico, uma vez que seu traçado inicial requer a aplicação dos princípios da divisão, em partes iguais de uma circunferência, seja com o uso de um transferidor, de compasso ou de esquadros. A determinação dos pontos que assinalam a divisão da circunferência torna possível traçar polígonos regulares inscritos ou circunscritos, assim como de polígonos estrelados (YAMADA, 2013).

Utilizando, inicialmente, régua e compasso, os participantes foram orientados a desenhar uma circunferência e dividi-la em três partes. Para tal, são traçadas numa folha de papel duas retas perpendiculares e uma circunferência de raio 8 cm (para caber na folha A4), com centro no ponto de intersecção das duas retas.

Num dos pontos de intersecção da circunferência com uma das retas perpendiculares, traça-se, com o compasso, um arco de raio igual ao da circunferência, passando pelo centro da circunferência. Os pontos em que o arco corta a circunferência, mais o ponto oposto ao arco constituem os três pontos a partir dos quais se pode dividir a circunferência em três partes. Tendo dividido a circunferência em três partes, é construído um triângulo equilátero dentro da circunferência. Os participantes também foram orientados a traçar um quadrado inscrito a partir dos pontos de interseção das duas retas com a circunferência (Figura 1).

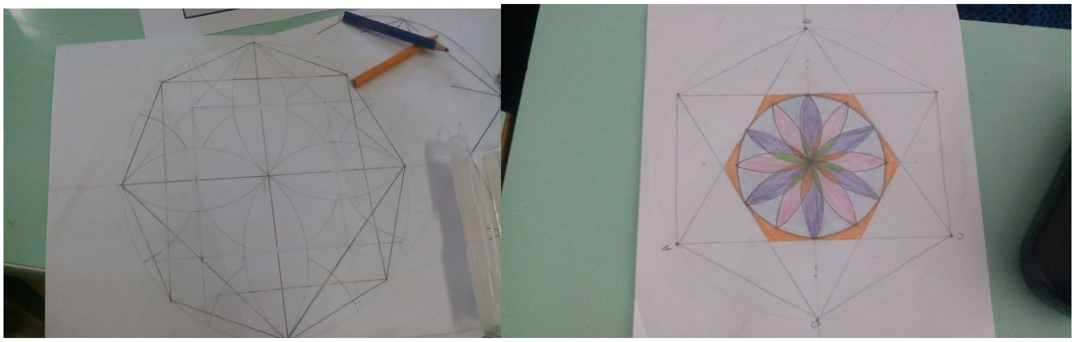
Figura 1 – Traçado dos elementos iniciais da Mandala



Fonte: acervo das autoras

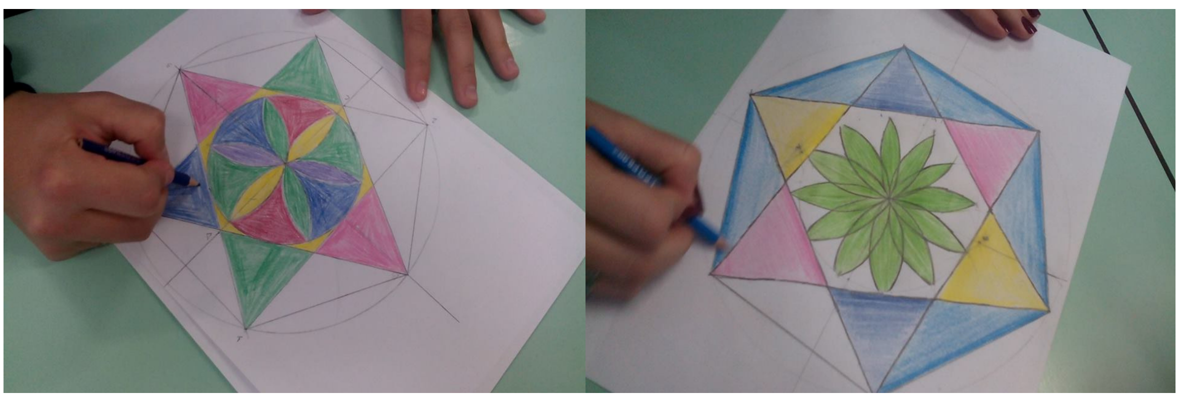
A partir do traçado dos elementos básicos iniciais, os participantes passaram a criar suas próprias Mandalas (Figura 2) e a pintá-las de acordo com seu senso estético (Figura 3).

Figura 2 – Criação de Mandalas a partir de pontos na circunferência



Fonte: acervo das autoras

Figura 3 – Mandalas pintadas



Fonte: acervo das autoras

Análise e Discussão dos Resultados

A partir do questionamento: “Quais conteúdos matemáticos e artísticos podemos abordar utilizando como ferramenta Mandalas?”, os participantes vislumbraram a possibilidade de mobilizar e abordar os seguintes conhecimentos em aulas de Matemática: ponto (nomenclatura de pontos, ponto médio, distância entre dois pontos), reta (segmento de reta, perpendicularismo, paralelismo, plano cartesiano), circunferência (raio, diâmetro), conceitos de diagonal, vertical e horizontal; simetria, ângulos (agudo, obtuso, reto, central), nomenclaturas de figuras geométricas planas (nome de figuras quanto ao número de lados), triângulos (classificação de triângulos quanto aos seus lados), polígonos (inscritos e circunscritos), composição de figuras geométricas por mais de uma figura inscrita, medidas de perímetro e área de figuras geométricas; habilidades de uso de régua, compasso e transferidor, bem como aprimorar o uso da linguagem matemática.

As questões "Quais conteúdos matemáticos podem ser explorados na sua construção? Quais relações podem ser estabelecidas com a Arte?" tinham por objetivo identificar situações matemáticas em que se pode trabalhar a construção de mandalas, assim como estabelecer a relação dessa ferramenta com outras áreas de conhecimento. As relações elencadas pelos participantes do minicurso foram simetria (rotação, translação), criação de rosáceas, polígonos estrelados, semelhança de figuras, estudo das cores e estética. Também foram sugeridos estudos de mandalas em religião, filosofia e história.

Aspectos estéticos dos participantes foram trabalhados através do livre uso de materiais disponíveis como lápis de cor e lápis preto para expressar possíveis inserções de figuras e conteúdos artísticos nos espaços limitados pelas divisões da circunferência, como polígonos previamente orientados. Percebeu-se que muitos participantes já haviam tido contato com desenho técnico geométrico, facilitando o manuseio das ferramentas.

Conclusão

Devido às dificuldades encontradas em sala de aula no estudo de Matemática, torna-se necessária a adoção de novas metodologias de aprendizagem, afim de contextualizar conteúdos matemáticos, tornando-os de maneira mais lúdica e prazerosa. Nessa perspectiva, as metodologias de ensino devem ser das mais diversas, assim como os procedimentos adotados, para que sirvam aos propósitos da aprendizagem.

As metodologias que colocam os alunos em contato com diferentes atividades levam a reconhecer que os conceitos matemáticos possuem múltiplas relações uns com os outros e com o mundo que os cerca. Nessa perspectiva, a construção de Mandalas, utilizando papel, régua, compasso, apresenta grande potencial na exploração de conceitos geométricos durante a criação de sua estrutura, assim como a construção de relações geométricas, sobreposição de figuras, linhas, além da ampliação da percepção visual. Ao explorar os conteúdos que podem ser articulados entre Arte e Matemática utilizando

Mandalas, percebe-se a relevância desse estudo e sua potencialidade para o ensino da Geometria.

Referências

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Arte*. Brasília, 1998.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática*. Brasília, 1998.

CYRINO, M. C. C. T. A. *Matemática, a arte e a religião na formação do professor de Matemática*. Disponível em: <http://www.redalyc.org/html/2912/291223444003/>. Acesso em: 10 mai. 2016.

ELAM, K. *Geometria do design: estudos sobre a proporção e composição***.** Trad. Claudio Marcondes. São Paulo: Cosac Naify, 2010.

FIORAVANTI, C.. *Mandalas: como usar a energia dos desenhos sagrados*. São Paulo: Pensamento-Cultrix, 2003.

LIEURY, A. *Memória e sucesso escolar*. Lisboa: Editorial Presença, 1997.

MICOTTI, M. C. O. *O Ensino e as Propostas Pedagógicas*. In: BICUDO, Maria A. V. (orgs.) Pesquisa em Educação Matemática: Concepções & Perspectivas. São Paulo: Editora UNESP, 1999.

SHERARD,W. *Porque a geometria é uma competência básica?* In : FONSECA,M.C.F.R; GOMES,M.L.M. Matemática e Escola, UFMG, 1993.

YAMADA,T.R.U. *A abordagem com Mandalas na formação do professor de matemática*. Disponível em: <http://wright.ava.ufsc.br/~grupohipermidia/graphica2013/trabalhos/AABORDAGEMCOMMANDALASNAFORMACAODOPROFESSORDEMATEMATICA.pdf >. Acesso em: 15 mai. 2016.