

A TOPOLOGIA NO ENSINO MÉDIO: UMA PROPOSTA DE UM NOVO OLHAR COM MAPAS CONCEITUAIS

Evani Machado de Melo
Colégio Estadual José Ferreira Pinto -UFS
eva.melo@ig.com.br

Resumo:

Este trabalho constitui uma investigação que busca nos mapas conceituais, construídos pelos alunos durante o desenvolvimento de atividades, mostrar que a Topologia pode ser apresentada para uma turma de nível médio em uma linguagem apropriada e de forma conceitual, apesar da complexidade de tal tema, ao considerarmos a estrutura cognitiva deles. A pesquisa está fundamentada nos pressupostos teóricos do construtivismo, na Transposição didática, na Teoria da Aprendizagem Significativa e no uso de Mapas Conceituais. Os mapas conceituais são propostos como meio de negociação de significados e como instrumentos para a verificação de indícios da ocorrência de aprendizagem significativa. A aplicação desse trabalho foi feita no ano de 2012, com alunos do 2º e 3º ano do ensino médio, no Colégio Estadual José Ferreira Pinto de Feira de Santana-Ba, com resultados que nos estimulam a acreditar que temas modernos e contemporâneos da Matemática podem e devem ser tratados na educação básica.

Palavras-chave: Ensino médio; topologia; mapas conceituais

1. Introdução

A motivação para este trabalho surgiu da necessidade de verificar se um ensino de Topologia num espaço formal, de sala de aula do ensino médio, com o auxílio dos mapas conceituais, propicia uma aprendizagem dos estudantes, despertando o interesse pela disciplina.

A topologia em atividades práticas parece estar dissociada da realidade do aluno de Ensino Fundamental/Médio e não aparece em livros didáticos, excluindo-se assim um saber matemático necessário ao desenvolvimento do estudante. Para o professor desenvolver o ensino de Topologia de forma efetiva, além de atualizar e construir seus próprios conhecimentos, é necessário que ele reflita sobre suas escolhas metodológicas. Dentre as escolhas possíveis opta-se, ao desenvolver este trabalho, pela tendência de investigação. E, com certeza, o professor é responsável por esse processo, pois deve ser mediador entre o

conhecimento matemático e o aluno, para mediação do conceito de topologia na construção de significados ao aluno. Portanto, propomos a utilização dos mapas conceituais na construção de conceitos, pois além de ser um instrumento que pode auxiliar o professor a conhecer a forma como o aluno associa de maneira diferente um tema, possibilita interferir de maneira direta nas lacunas apresentadas.

Nessa pesquisa foi utilizado o método hipotético dedutivo, que é um método lógico; as conseqüências são deduzidas por meio de experimentação. Neste caso, a experimentação foi feita por meio de um estudo da Topologia, seu conceito e sua história e como o ensino, através de mapas conceituais, pode ajudar a compreendê-lo melhor.

Para tanto, foi necessário a realização de uma pesquisa bibliográfica, documental e experimental. A pesquisa bibliográfica serviu para melhor embasamento teórico e científico. Já a pesquisa documental foi necessária para referenciar atividades a serem aplicadas. E a pesquisa experimental serviu para comprovar como os mapas conceituais podem ser utilizados no conceito de Topologia. Foi feita uma amostragem com alunos do 2º e 3º ano do ensino médio do turno vespertino do Colégio Estadual José Ferreira Pinto, em Feira de Santana, na Bahia.

Quanto à coleta de dados foram utilizados fontes primárias (questionários) e secundárias (livros, *sites*, artigos, dissertações). O tratamento desses dados foi qualitativo, pois considerou a qualidade da eficiência da técnica associada à interpretação.

Estabelecemos a conclusão dos trabalhos ao demonstrar que de maneira prática é possível trabalhar o conhecimento de topologia significativamente numa sala de aula do ensino médio usando mapas conceituais.

2. Topologia

Topologia (do grego. *topos*, “lugar”, e *logos*, “estudo”) é o ramo da matemática que estuda os espaços topológicos; é tido como uma extensão da geometria. A palavra topologia é usada para descrever área de estudos para designar uma família de conjuntos (conjuntos abertos) assim como para definir o conceito básico da teoria, o espaço topológico. É também chamada geometria de borracha, transformações contínuas no estudo da geometria em que comprimento, ângulos e formas podem ser alterados por transformações contínuas e reversíveis, onde as propriedades de posição não são afetadas por mudanças de tamanho e forma, quando movidos.

Para Munkres (2000, pg.75) uma *topologia* é uma coleção T de subconjuntos de A (chamados abertos da topologia), com as seguintes propriedades:

- \emptyset e A estão em T ;
- A união dos elementos de qualquer subcoleção de T está em T ;
- A interseção de qualquer subcoleção finita de T está em T .

A topologia estuda os espaços topológicos das estruturas que permitem a formalização de conceitos tais como convergência, conexidade e continuidade, elementos que aparecem em praticamente todos os ramos da matemática moderna e contemporânea, e são noções unificadoras centrais.

Ainda segundo Munkres (2000,pg.75), um *espaço topológico* é um par (A,T) onde A é um conjunto e T é uma topologia em A .

Para compreendermos mais intuitivamente o que é topologia consideremos o caso particular da Topologia das Superfícies.

Assim, a Topologia é o estudo das propriedades geométricas (por exemplo, entre as superfícies) que permanecem inalteradas mesmo que existam as 4 deformações de: a) esticar, b) encolher, c) torcer, e d) cortar e colar novamente no mesmo sentido do corte. Tais deformações são funções bijetoras, contínuas e têm inversas contínuas. Se uma superfície é obtida de outra por uma combinação de um número finito de vezes, por exemplo (i) de algumas ou todas as três primeiras deformações, diremos que elas são *isotópicas*; (ii) e das quatro deformações dizemos que elas são *homeomorfas*. Obviamente, superfícies isotópicas são homeomorfas.

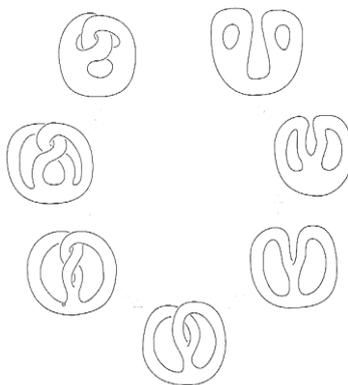


Figura 1: Figuras isotópicas: seqüência de deformações.

Na Figura 1 utilizamos somente as três primeiras deformações para esta conclusão, ou seja, analisando o seu esquema no sentido anti-horário podemos observar que a superfície

começa a ser deformada esticando-a nas laterais, encolhendo e torcendo sua parte central, na qual o espaço que havia em seu centro vai diminuindo até que não se tenha mais qualquer abertura em sua parte central chegando à superfície que se encontra no alto do canto direito.

Duas superfícies isotópicas são homeomorfas, mas a recíproca nem sempre é verdadeira, comprovada através do esquema mostrado na Figura 2. Analisando o esquema percebe-se que, neste caso, além das três primeiras deformações, houve a utilização do procedimento de corte e colagem, mostrando que dessa forma a superfície (a) e a superfície (b) são homeomorfas mas não isotópicas.

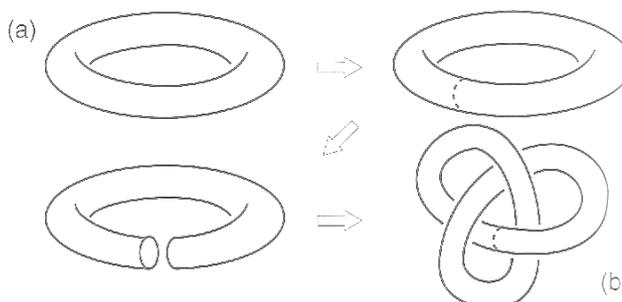


Figura 2: Transformação de recorte e colagem aplicada a uma superfície.

Define-se então *topologia de uma superfície* como um conjunto de aspectos geométricos dessa superfície que não se alteram quando a ela aplicamos qualquer uma das quatro deformações. Quando duas superfícies, com suas respectivas topologias, transformam-se uma na outra, ao aplicamos qualquer uma destas quatro deformações, diz-se que são *topologicamente equivalentes* ou *superfícies homeomorfas*, conforme caso mostrado na Figura 3

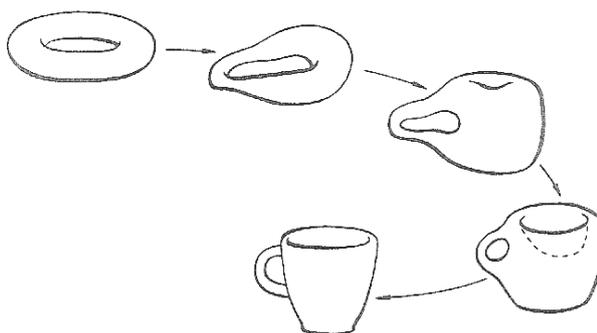


Figura 3: Superfícies homeomorfas: deformação do toro numa caneca.

Devido a isso os objetos na topologia podem ser representados por objetos feitos de um material perfeitamente deformável. Bolas de plástico são modelos físicos de superfícies esféricas, já as câmaras de ar, de borracha elástica vulcanizada, são modelos de uma

superfície denominada toro bidimensional. Dessa forma, os aspectos de sua natureza, tais como ângulos, distâncias, áreas e curvatura se alteram pelas deformações enumeradas; uma evidente dicotomia entre o quantitativo e o qualitativo.

Noções de vizinhança, fora-dentro, interior-exterior, aberto-fechado, longe-perto, separado-unido, contínuo-descontínuo, alto-baixo, são noções topológicas. Claramente, estas noções costumam vir associadas a outras tais como: adjacências (proximidade), ordem, etc., as quais, igualmente se incluem no rol das noções topológicas.

Assim, para a geometria, um mapa é uma figura geométrica, enquanto que, para a topologia um mapa, como por exemplo, o do metrô, é um grafo topológico, onde o que importa não são as dimensões reais, mas a ordem das estações e os entroncamentos.

Como sabemos, *Grafo* é uma figura constituída de um número finito de arcos (ou curvas), chamados *arcos* ou *arestas* do grafo, cujas extremidades são chamados *vértices* do grafo. Um mesmo vértice pode pertencer a vários arcos e dois arcos podem ter em comum um ou dois vértices de suas extremidades, podendo coincidir dando lugar a um único vértice.

Um grafo pode ter uma configuração espacial, como o grafo das arestas e vértices de um cubo. *Grafo planar* é denominado o grafo que pode ser deformado - quando tem suas arestas esticadas, encolhidas ou deformadas -, de modo a ser desenhado num plano.

Nessa exposição sobre topologia utilizamos frequentemente os textos de Sampaio (2008), Barr (1989), De Maio (2010) e Borges (2005).

3. Referenciais pedagógicos

O construtivismo tem diversas vertentes, mas todas concordam em considerar a aprendizagem como um processo no qual o aprendiz relaciona a informação, que lhe é apresentada, com seu conhecimento prévio sobre esse tema. A história da construção do conhecimento pessoal é a história da vida de cada um de nós, pois construímos esse conhecimento de uma maneira específica e individual. Assim, essa pesquisa irá tratar das idéias do construtivismo, sua função com a transposição didática e a relação com a aprendizagem significativa, utilizando mapas conceituais.

- *Construtivismo: idéias de Piaget*

Seus estudos (PIAGET, 1982) não foram feitos para aplicação em sala de aula - por isso, é um equívoco falar em “método construtivista de ensino” -, mas suas teorias têm

influenciado investigações nas didáticas, específicas de cada disciplina. Dessa forma, no que tange à Educação, relacionaremos à epistemologia construtivista, a pedagogia relacional.

Pela concepção construtivista, o professor deve criar contextos, conceber ações e desafiar os alunos para que a aprendizagem ocorra. O conhecimento não é incorporado diretamente pelo sujeito: pressupõe uma atividade, por parte de quem aprende, formulando hipóteses para entender o objeto de conhecimento, organizando e integrando os novos conhecimentos aos já existentes. Nesse sentido, é importante que o professor faça uma transposição didática daquele novo conhecimento.

○ *Transposição didática*

Transposição didática (POLIDORO E STIGAR, 2010).é um instrumento que possibilita transformar o saber sábio, ou conhecimento científico, em saber ensinado, ou conhecimento escolar. Para tanto, analisa-se o saber sábio, buscando compreendê-lo, para, através deste acontecer, modificar a sua forma, mantendo os aspectos essências de seu conteúdo, e estabelecer o saber ensinado, ou seja aquele que possa ser ensinado pelos professores e aprendido pelos alunos, levando em consideração a estrutura cognitiva destes. A escola, dentre suas principais funções, tem o papel de socializar os conhecimentos produzidos pela humanidade.

Assim, a transposição didática, enquanto o instrumento aludido acima, tem três etapas importantes: compreender aprofundadamente o saber sábio (aquele que os cientistas estabelecem); transpô-lo para o saber a ensinar (aquele que está nos livros didáticos); e através deste, adequá-lo à estrutura cognitiva dos estudantes, transformando-o no saber ensinado (aquele que acontece em sala de aula).

Chevallard (1991) conceitua “Transposição Didática” como o trabalho de fabricar um objeto de ensino, ou seja, fazer um objeto de saber produzido pelo “sábio” (o cientista) ser um objeto do saber escolar. Dessa forma, a Teoria da Transposição Didática vem mostrar que o saber científico difere do saber a ser ensinado, como, também, do saber que é efetivamente ensinado; difere na forma, mantendo a essência do conteúdo.

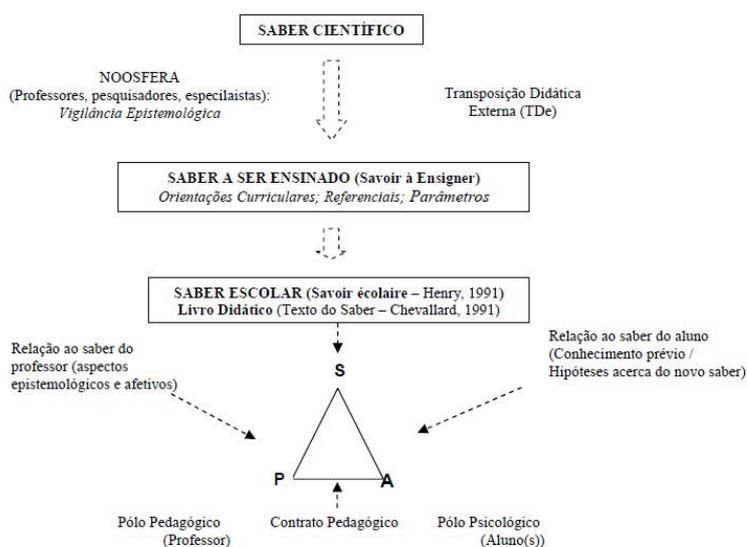


Figura 4: Esquema da trajetória do Saber na Transposição Didática.

Conforme ilustrado no esquema da Figura 4, Matos Filho *et al.*, (pg.1193) retrata a trajetória sobre o caminho realizado pelo saber, do momento em que é produzido, saber científico, até sua chegada na sala de aula, saber a ser ensinado. Esse processo tem se mostrado transformador na prática docente por colocar o professor numa situação privilegiada, permitindo a ele “enxergar” o processo ensino-aprendizagem por um ponto de vista “externo” ao seu ambiente habitual.

No processo de didática, há uma profunda relação ente os elementos internos e externos que o influenciam. Apresenta-se subordinado a diferentes conjuntos de regras, como as forças institucionais da pesquisa; a própria instituição escolar (tipo de escola, objetivos, projeto pedagógico); as forças políticas (programas e currículos de secretarias de Educação); e a força do mercado (livros didáticos e/ou paradidáticos) (POLIDORO E STIGAR, 2010, pg.155).

As propostas teóricas de muitos estudiosos da didática da matemática tentam explicar a relação entre professor, aluno e saber. Dessa forma, vislumbra-se a teoria da transposição didática, mostrando a importância de se pensar no preparo das aulas: como redigi-las, como organizá-las, como contextualizá-las; isso porque, em essência, o trabalho de transposição diz respeito aos saberes.

- *Aprendizagem significativa*

Uma das finalidades da educação escolar é propiciar ao aluno meios para que aprenda de forma que se lembre do que aprende quando precisar seja para a aprendizagem de novos

conteúdos, seja para resolver problemas com que se depara na sua vida acadêmica ou fora dela, preparando para o exercício da cidadania, cabendo formar o aluno com conhecimentos, habilidades, valores, atitudes, formas de pensar e atuar na sociedade através de uma aprendizagem que seja significativa.

Aprendizagem significativa, conceito central da teoria da aprendizagem do psicólogo David Paul Ausubel (2008), estabelece que existe uma interação entre o novo conhecimento e o já existente, na qual ambos se modificam. À medida que o conhecimento prévio serve de base para a atribuição de significados à nova informação, ele também se modifica. A estrutura cognitiva está constantemente se reestruturando durante a aprendizagem significativa, o processo é dinâmico e o conhecimento vai sendo construído.

Para Mizukami (2004), os professores precisam mais do que uma compreensão pessoal da matéria que ensinam. Eles necessitam possuir uma compreensão especializada da matéria/área de conhecimento que lhes permita criar condições para que a maioria de seus alunos aprenda. Deverão gerar formas alternativas de lidar com suas disciplinas – análises, ilustrações, metáforas, exemplos, experimentos, simulações, dramatizações, músicas, filmes, casos de ensino, demonstrações etc. – que levem em consideração diferentes habilidades, conhecimentos prévios e estilos de aprendizagem de seus alunos. O modelo do raciocínio pedagógico contempla, precisamente, o processo de construção desse conhecimento de como ensinar.

A análise do currículo e o ensino sob uma abordagem ausubeliana, em termos de significados, implicam para Moreira (1988, pg.5):

- identificar a estrutura de significados aceita no contexto da matéria de ensino;
- identificar os subsunçores (significados) necessários para a aprendizagem significativa da matéria de ensino;
- identificar os significados preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz;
- organizar seqüencialmente o conteúdo e selecionar materiais curriculares, usando as idéias de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa como princípios programáticos;
- ensinar usando organizadores prévios, para fazer pontes entre os significados que o aluno já tem e os que ele precisaria ter para aprender significativamente a matéria de ensino, bem como para o estabelecimento de relações explícitas entre o novo conhecimento e aquele já existente e adequado para dar significados aos novos materiais de aprendizagem.

Para que a aprendizagem significativa aconteça, é necessário que haja a construção de “links” entre as estruturas cognitivas ou mentais preexistentes dos indivíduos e a pré-disposição por parte do aprendiz para aprender, senão seria possível construir conhecimento verdadeiro e efetivo em um indivíduo por mero desejo do processo. A outra condição é quanto ao nível de organização que o conteúdo a ser aprendido é apresentado como materiais de apoio didático onde permita despertar no estudante a curiosidade e interesse pelo conhecimento apresentado pelo conteúdo trabalhado.

○ *Mapas conceituais*

Uma forma de perceber indicativos de aprendizagem significativa se dá com o uso de mapas conceituais (MOREIRA,1988), os quais foram originalmente baseados na teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel. São instrumentos que permitem descobrir as concepções equivocadas ou interpretações não aceitas de um conceito, ilustradas por uma frase que inclui no conceito.

Podemos dizer que mapa conceitual é uma representação gráfica em duas ou mais dimensões de um conjunto de conceitos construídos de tal forma que as relações entre eles sejam evidentes. O tema principal fica no topo, por hierarquia dentro de um retângulo, logo abaixo se coloca os conceitos mais específicos relacionados com o principal, também dentro de um retângulo e unido por um segmento ou seta descritiva (com uma palavra ou frase), que estabelece uma conexão entre os elementos conceituais. As frases de ligação têm funções estruturantes e exercem papel fundamental na representação de uma relação entre dois conceitos. A dois conceitos, conectados por uma frase de ligação chamamos de proposição, característica particular dos mapas conceituais se comparados a outros tipos de representação como os mapas mentais.

Para Moreira (2006, pg.10), mapas conceituais podem ser traçados para toda uma disciplina, para uma subdisciplina, para um tópico específico de uma disciplina e assim por diante. Existem várias maneiras de traçar um mapa conceitual, ou seja, há diferentes modos de representar uma hierarquia conceitual em um diagrama. Além disso, mapas conceituais traçados por diferentes especialistas em uma mesma área de conhecimento, provavelmente, refletirão pequenas diferenças de compreensão e interpretação das relações entre conceitos-chave dessa área. O ponto importante é que um mapa conceitual deve ser sempre visto como “um mapa conceitual”, não como “o mapa conceitual” de um determinado conjunto de conceitos. Isto é, qualquer mapa conceitual deve ser visto apenas como uma das possíveis representações de uma certa estrutura conceitual.

Para Tavares (2007, pg.74), quando um aprendiz utiliza o mapa durante o seu processo de aprendizagem de determinado tema, vai ficando claro para si as suas dificuldades de entendimento desse tema. Um aprendiz não tem muita clareza sobre quais são os conceitos relevantes de determinado tema, e ainda mais, quais as relações sobre esses conceitos. Ao perceber com clareza e especificidade essas lacunas, ele poderá voltar a procurar subsídios (livro ou outro material instrucional) sobre suas dúvidas, e daí voltar para a construção de seu mapa. Esse ir e vir entre a construção do mapa e a procura de respostas para suas dúvidas irá facilitar a construção de significados sobre conteúdo que está sendo estudado.

Outra possibilidade de uso dos mapas conceituais levantado por Moreira (2006, pg.17), está na avaliação da aprendizagem. Avaliação não com o objetivo de testar conhecimento e dar uma nota ao aluno, a fim de classificá-lo de alguma maneira, mas no sentido de obter informações sobre o tipo de estrutura que o aluno vê para um dado conjunto de conceitos. Para isso, pode-se solicitar ao aluno que construa o mapa ou este pode ser obtido indiretamente através de suas respostas a testes escritos ou entrevistas orais.

Portanto, o uso de mapas conceituais como instrumentos de avaliação implica uma postura que, para muitos, difere da usual. Na avaliação através de mapas conceituais a principal idéia é a de avaliar o que o aluno sabe em termos conceituais, isto é, como ele estrutura, hierarquiza, diferencia, relaciona, discrimina, integra, conceitos de uma determinada unidade de estudo, tópico, disciplina, etc. buscando informações, significados e relações significativas entre conceitos-chave da matéria de ensino segundo seu ponto de vista.

4. Desenvolvimento

Realizamos esta atividade no Colégio Estadual José Ferreira Pinto no município de Feira de Santana – Ba, com alunos do 2º e 3º do ensino médio. A atividade foi realizada em dois dias, em duas etapas, uma trabalhando o conceito de Topologia e outro na construção dos mapas conceituais

No primeiro momento:

- Apresentação de um questionário com conhecimentos prévios referentes a conteúdos de topologia afim de analisar quais conceitos eles tinham sobre o assunto.
- Questionamentos relacionados ao tema;
- Exibição do filme “Forma que transforma” em duas partes;
- Discussão relacionando o assunto ao questionário apresentado;

- Discussão da definição de Topologia de uma superfície, “Geometria de Borracha” e suas deformações.
- Apresentação do origami, como a arte de transformar folhas de papel em diversas figuras através de dobraduras, as transformações contínuas.
- Estudo das propriedades da topologia através da construção da faixa de Moebius
- Observação das transformações que iam sofrendo através desenhos construídos em uma bexiga branca
- Definição de superfícies isotópicas e homeomorfas.
- Utilização da relação de Euler na transformação topológica de poliedros convexos para mostrar grafos e como invariante topológico
- Relacionar grafos, com caminhos eulerianos.

Para poder avaliar os conceitos adquiridos sobre o tema de topologia, foi proposto um esquema de atividades de elaboração dos mapas conceptuais baseado em um modelo proposto por Novak e Gowin (1996, pg. 49-50):

1. Tente identificar todos os conceitos do assunto em questão;
2. Prepare uma lista com esses conceitos e identifique os mais importantes;
3. Enumere essas palavras de forma hierárquica, ordenando do mais inclusivo até todos serem ordenados. Pode-se haver sequências hierárquicas diferentes;
4. Comece a elaborar um mapa, utilizando a lista ordenada, formando um tipo de “árvore” com diversas ramificações. Incentive os alunos, sugerindo palavras de ligação adequadas para formar as proposições.
5. Pedido que colocassem essa seqüência hierárquica de conceito em retângulos formando um tipo de “árvore”, incentivando a colocarem palavras curtas de ligações entre os retângulos.
6. Sugerido que essas ligações fossem entre ramificações não lineares, promovendo assim a “Reconciliação Integrativa”, ou seja, os conteúdos originais buscando associar-se entre si.
7. Peça que eles leiam seus mapas para os colegas, segundo sua interpretação;
8. Por fim, faça as correções necessárias para que todos possam compreender sua interpretação.

Essas atividades foram apropriadamente realizadas conforme o esquema representativo da Figura 5 feito por um dos alunos.

- 1- TOPOLOGIA
- 2- CONTINUIDADE
- 3- QUALITATIVAS
- 4- QUANTITATIVAS
- 5- GEOMETRIA EUCLIDIANA
- 6- RELAÇÃO ENTRE V, F e A
- 6- POLÍGONOS: CONVEXO e NÃO-CONVEXO

Figura 5: Enumeração de palavras do que foi aprendido

A elaboração dos mapas foi realizada de acordo com os princípios da aprendizagem significativa (a hierarquização dos conceitos, a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora).

Essas atividades foram apropriadamente realizadas conforme os esquema representativos da figura abaixo.

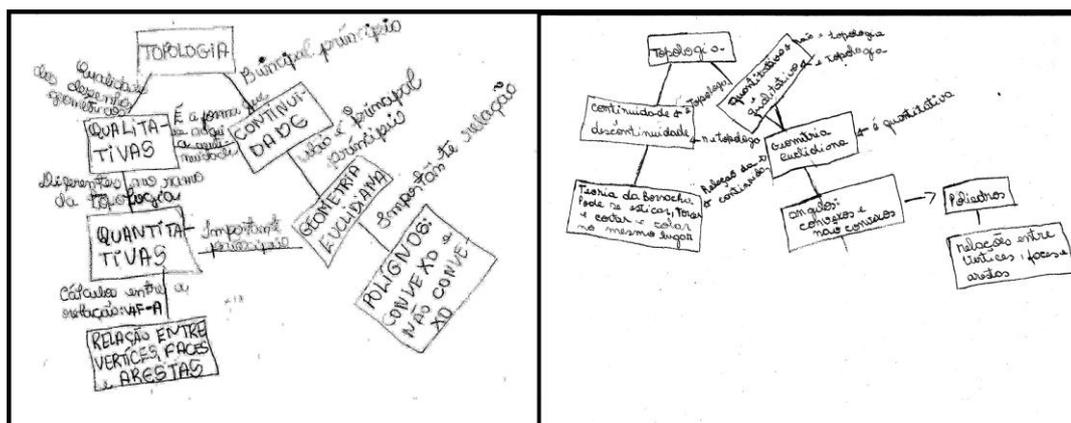


Figura 6: Esboço de dois mapas conceituais construídos pelos alunos.

Não se pode esperar que o aluno, na sua primeira tentativa, apresente na avaliação o mapa conceitual “correto”. O que foi apresentado foi o mapa como ele compreendeu o tema abordado, o que nos permitiu *a posteriori* uma intervenção para a construção de um mapa mais adequado. Pois, o importante não é se esse mapa está certo ou não, mas sim, se ele dá evidências de que esteja aprendendo significativamente o conteúdo. Assim, procuramos obter evidências de aprendizagem significativa, através de explicações orais, em relação a seu mapa para facilitar a tarefa de orientador nesse sentido. Para tanto, questionamos os alunos sobre alguns pontos conceituais que permitissem a construção de um mapa mais adequado, tais como: qualitativo e quantitativo, e topologia e geometria euclidiana, que foram palavras retratadas nos dois mapas apresentados.

Assim, na construção dos mapas conceituais, no modelo proposto, podemos afirmar que o aluno percebeu a situação concreta e apontou esta visão relacionada com a interação pessoal dele com o problema. É neste momento que a interação e os questionamentos provocados pelo professor, corroboram para a facilitação da aprendizagem significativa. Assim, em dupla, cada um mostrou para o outro seu ponto de vista, explorou seu esboço e puderam identificar possíveis erros de compreensão e depois de discutido, apresentaram o modelo da Figura 7, após modificações e com alguns acréscimos.

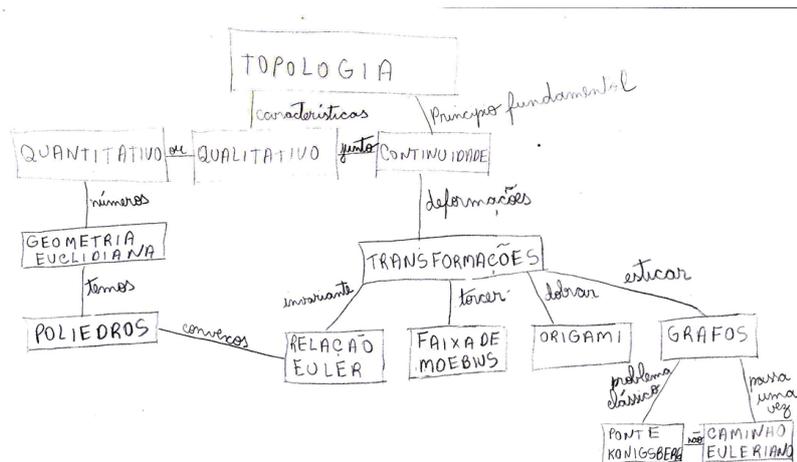


Figura 7: Mapa conceitual depois de modificado.

Em seguida eles puderam fazer uma avaliação do que foi trabalhado em sala. Emergiu o fato relevante das transformações de uma coisa em outra coisa, como uma letra se transformar em outra; uma rosca, numa xícara, sendo que algumas situações eles já tinham conhecimento (concepções prévias), mas a maneira como foi abordado se tornou mais agradável e com um nome, Topologia.

5. Resultados da Pesquisa

A Topologia, embora sendo um dos ramos mais recentes da matemática, assume uma importância muito grande na ciência e na tecnologia, mas considerando que pode apresentar alguma complexidade, o mesmo pode ser levado para uma turma de nível médio em uma linguagem mais apropriada, considerando seus aspectos conceituais por exploração através de

material manipulativo, questões investigativas, que podem proporcionar aos estudantes comparar conhecimentos de Topologia e Geometria Euclidiana.

Observando objetos do mundo material, vemos que eles podem ser agrupados em classes, com as mesmas propriedades e estruturas. Dentro da Topologia, as superfícies possuem propriedades que independem da métrica e podem ser agrupadas em classes de equivalência, as características. Então poderíamos classificá-las através dessas características, através das transformações, dentro do estudo da Topologia, como por exemplo: temos 23 letras do alfabeto, mas topologicamente temos 9 grupos: (E, F, G, T, Y; C, I, J, L, M, N, S, U, V, Z, W; D, O; K, X ; A, R; B; H; P; Q), ou seja, letras topologicamente equivalentes seriam muito mais fáceis de serem estudados (CARLOMAN, 2005, pg.25).

Por ter partido do vídeo “Forma que transforma”, onde as imagens buscaram facilitar a aprendizagem existindo vantagens quanto sua utilização, despertando e estimulando o interesse, aumentando a retenção da aprendizagem, tornando a aula mais atrativa a conhecer a topologia como “Geometria de Borracha”. Por conta disso foi agregando a facilitação da aprendizagem em conduzir a partir do exposto no vídeo várias atividades, agregando outros recursos de ensino através dos sentidos, buscando a participação durante a exposição, tornando o sujeito ativo do seu conhecimento do que ouve, vê, fala e faz nas atividades propostas.

Na sua teoria, Ausubel apresenta uma aprendizagem que tenha como ambiente uma comunicação eficaz, respeite e conduza o aluno a imaginar-se como parte integrante desse novo conhecimento através de elos, de termos familiares a ele. Através da palavra, o educador pode diminuir a distância entre a teoria e a prática na escola, capacitando-se de uma linguagem que ao mesmo tempo desafie e leve o aluno a refletir e sonhar, conhecendo a sua realidade e os seus anseios. O importante é utilizar a transposição didática adequadamente para buscar analogias e comparações desses conhecimentos que tornem significativos ao indivíduo, o construtivismo tem papel importante nessa construção.

Acredita-se que os mapas conceituais se constituem em um instrumento potencialmente útil para o desenvolvimento dos conhecimentos em sala de aula, e as atividades apresentadas nesse trabalho foram pontos motivadores para as aulas.

Espera-se que as experiências desenvolvida com os alunos tenha contribuído para mostrar que o conteúdo de Topologia pode ser trabalhado no ensino médio e o material pedagógico produzido sirva como subsídio metodológico para outros professores.

6. Agradecimentos

Agradecimento à CAPES, pela concessão de bolsa de estudo à Evaní Machado de Melo através do PROFMAT-UFS e ao Colégio Estadual José Ferreira Pinto em especial aos alunos do 2º e 3º ano vespertino que fizeram parte dessa pesquisa.

7. Referências

- BARR, Stephen. *Experiments in Topology*. New York: Crowell Company, 1989.
- BORGES, Carloman Carlos. *A topologia: considerações teóricas e implicações para o ensino da matemática*. Caderno de Física da UEFS, 03 (02): 15-35. Feira de Santana, 2005.
- CHEVALLARD, Y. *La Transposition Didactique*. Paris: La Pensée Sauvage, 1991.
- MATOS FILHO, Maurício A. Saraiva de; MENEZES, Josinalva Estácio; SILVA, Ronald de Santana da & QUEIROZ, Simone Moura. *A transposição didática em Chevallard: As deformações/transformações sofridas pelo conceito de função em sala de aula*. Anais do Educere 2008. 1190-1201. VIII Congresso Nacional de Educação. PUCPR- PR.
- MIZUKAMI, Maria da Graça Nicoletti. *Aprendizagem da docência: algumas contribuições de L. S. Shulman*. Centro de Educação. Edição: 2004 - Vol. 29 - Nº 02. Revista Educação CE/UFSM.
- MOREIRA, Marco Antonio. *Mapas conceituais e aprendizagem significativa*. O Ensino, Pontevedra/Espanha & Braga/Portugal, N. 23 a 28: 87-95, 1988.
- _____. *Mapas Conceituais e Diagramas de V*. Instituto de Física: UFRS, 2006.
- MUNKRES, James Raymond. *Topology*. 2. ed. N. Jersey: Prentice-Hall, Englewood Cliffs., 2000.
- NOVAK, J. D., GOWIN, D. Bob. *Aprender a Aprender*. Trad. Carla Valadares. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1996.
- POLIDORO, Lurdes de Fátima & STIGAR, Robson. *A Transposição Didática: a passagem do saber científico para o saber escolar*. Ciberteologia-Revista de Teologia e Cultura. Ano VI, Edição nº 27 – Ano VI – Janeiro/Fevereiro 2010. pg 153-159.
- SAMPAIO, João Carlos Vieira. *Uma Introdução à Topologia Geométrica: passeios de Euler, superfícies e o teorema das quatro cores*. São Carlos: EDUFSCar, 2008.
- TAVARES, Romero. *Construindo mapas conceituais*. Ciência e Cognição. V.12, p.72-85. Novembro 2007.

Arte e Matemática: A Forma que se Transforma. Filme TV Escola: Disponível no site:

<http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/modules/debaser/singlefile.php?\\id=9556>. Acesso:
novembro de 2012.