Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review – V7(3), pp. 83-99, 2017

ATIVIDADES COLABORATIVAS EM AULAS DE MATEMÁTICA: UMA ESTRATÉGIA FACILITADORA DA APRENDIZAGM SIGNIFICATIVA
(Collaborative activities in the class mathematics: a strategy easier the meaningful learning)

Wanderley Pivatto Brum [ufsc2013@yahoo.com.br]
Anderson Rui dos Anhos [anderson_rui@hotmail.com]
Edson Francisco Floriani [floriani@avantis.edu.br]
Ronaldo Telles [rtelles@unetvale.com.br]
Faculdade Avantis de Ensino – Marginal Leste, Balneário Camboriú, Santa Catarina

Resumo

Este artigo analisa o uso de atividades colaborativas no ensino de Matemática como estratégia facilitadora para aprendizagem significativa junto a estudantes de 8º. ano do ensino fundamental de uma escola da rede pública de Tijucas, Santa Catarina. Destaca-se, nesse trabalho, uma sequência de atividades enquanto ferramenta potencial para ensinar Matemática, buscando valorizar, por meio da escrita e das imagens, o raciocínio lógico e formal. Os resultados apontam que a estratégia adotada repercutiu positivamente na turma aplicada e promoveu uma aprendizagem significativa dos conteúdos abordados. Os estudantes mostraram-se capazes de produzir conhecimento através da apropriação dos conteúdos trabalhados durante as aulas desenvolvidas de modo colaborativo.
Palavras-chave: Ensino de Matemática. Atividades colaborativas. Aprendizagem significativa.

Abstract

This article examines the use of collaborative activities in the teaching of mathematics as facilitating strategy for meaningful learning with students from 8 year of elementary school, a school of public network of Tijucas, Santa Catarina. It highlights, in this work, the sequence of activists as a potential tool for teaching Mathematics, once that value, through his writing, images and the logical reasoning and formal. The results indicate that the strategy adopted affected positively in class applied and promoted a meaningful learning of content covered. The students were able to produce knowledge through ownership of content worked during the lessons in the collaborative.
Keywords: Teaching of Mathematics. Collaborative Activities. Meaningful Learning.

1 - Introdução

Nos dias atuais, uma das grandes questões que permeia o ensino de Matemática é como facilitar, no sentido positivo do termo, a aprendizagem dos estudantes. Embora existam diversas estratégias e recursos à disposição do professor de Matemática, o desafio encontra-se em transformar tais possibilidades em ferramentas potencialmente significativas. Nessa perspectiva, busca-se o abandono da forma tradicional de ensinar e aprender, ainda fortemente baseado no discurso do professor e na mera recepção passiva por parte do estudante. Nas palavras de Brum e

Silva (2015), em geral, os estudantes copiam as informações repassadas pelos professores no quadro e memorizam em sua estrutura cognitiva a fim de reproduzi-las em testes e, na sequência, esquecida.

Uma estratégia que vem se apresentando como facilitadora à aprendizagem no ensino de Matemática e se revela como potencialmente significativa na prática docente é a atividade colaborativa. Por exemplo, pode ser utilizada para propor jogos de azar (Brum; Silva, 2014) ou para assimilar conceitos de geometria não euclidiana (Brum, 2013). No ensino de Ciências, por exemplo, as investigações de Vichinsky e Junior (2013) mostraram que tanto estudantes como professores são adeptos a atividade colaborativa e que existe por parte dos estudantes, um grau de maturidade para perceber uma melhoria na assimilação e compreensão de conteúdos. Para esses autores, as atividades colaborativas, costumam ser bem aceitas pelos estudantes, possuem um elemento importante que é a valorização de ideias entre os pares. Nesse sentido, cabe ao professor o constante (re)planejamento de sua prática e a busca de estratégias que permita o compartilhamento de conhecimentos entre professor/estudante e estudante/estudante.

O reforço no uso de atividades colaborativas no ensino de Matemática encontra-se nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's), que orientam a prática do professor para a participação ativa do estudante, valorizando a relação dialógica e a socialização como atividade colaborativa que ocorre na teia dos acontecimentos entre os sujeitos da sala de aula. A partir da construção de novos conceitos por meio de atividades colaborativas, os estudantes em seu processo de desenvolvimento cognitivo, mediada pela ação consciente do professor, desenvolverá competências que possam ser utilizadas de maneira lógica e com significado nos mais diversos contextos sociais (Brasil, 1997).

Se por um lado, os documentos oficiais e a comunidade pesquisadora em Educação Matemática apoiam e ratificam a importância de atividades colaborativas em sala de aula, por outro é preciso considerar que o estudante é quem decide sua intencionalidade para aprender algum conhecimento matemático de maneira significativa. Por mais importante que sejam esses conhecimentos, o sujeito que aprende tem que perceber tal relevância em sua formação escolar. Nas concepção de Ausubel (2003, p. 8), "o estudante deve apresentar uma predisposição para aprender". É a partir deste pensamento que o professor precisa oferecer opções aos estudantes, trabalhando os conteúdos por meio de atividades colaborativas e situações-problema. No pensamento de Moreira (2009), em sala de aula é sempre o estudante que delibera se quer aprender algum conhecimento de modo significativo.

A sala de aula continua sendo um espaço privilegiado de interações entre os sujeitos e o conhecimento (Brum; Silva, 2014a). A discussão existente reside no fato de que uma grande quantidade de conhecimentos ensinados nas aulas de Matemática são memorizados pelos estudantes quando demandam de significados. Na tentativa de melhorar o ensino de Matemática, uma questão emerge: *Quais contribuições uma estratégia baseada em atividades colaborativas pode contribuir junto ao professor e estudantes no processo de ensino e aprendizagem de conteúdos no campo da Matemática?* Como hipótese, as contribuições residem no campo da interação estudante/estudante, com discussão salutar entre os pares e a aceitação de críticas e sugestões. Nessa investigação estabeleceu-se como objetivo, analisar se o uso de atividades colaborativas como estratégia potencialmente significativa contribui com os estudantes para uma aprendizagem significativa no campo da Matemática.

A justificativa dessa investigação tem relevo no número incipiente de publicações acerca de estudos sobre atividades colaborativas para o ensino de Matemática, bem como sua importância para uma reflexão frente as situações vividas em sala de aula. O trabalho em sua sequência apresenta uma síntese sobre a aprendizagem significativa e atividades colaborativas, os sujeitos participantes e os aspectos metodológicos, seus resultados e análises, bem como algumas considerações de teor geral.

2 - Aspectos valorativos da teoria da aprendizagem significativa no uso de atividades colaborativas como estratégia de ensino

A aprendizagem significativa é aquela em que o indivíduo interage os novos conhecimentos de modo não arbitrário e substantivo com aspectos especificamente relevantes existente na sua estrutura cognitiva, os chamados subsunçores. Um subsunçor pode ser entendido como um conceito, uma ideia, uma proposição existente na estrutura cognitiva de quem aprende capaz de servir de "ancoradouro" a nova informação, adquirindo assim significado para o indivíduo, isto é, que ele tenha condições de atribuir significados a essa informação (MOREIRA; MASINI, 2009).

Concordamos com a definição de Lemos, no qual a aprendizagem significativa deve ser vista como:

> [...] um processo contínuo (porque é progressivo), pessoal (por sua natureza idiossincrática), intencional (visto que é impossível aprender pelo outro), ativo (porque requer atividade mental), dinâmico, recursivo (não linear), de interação (entre a nova informação e o conhecimento prévio) e interativo (porque se estabelece entre sujeitos) – que gera um produto sempre provisório, caracterizado por um conhecimento particular, produzido em um momento e contexto particular (Lemos, 2011, p. 49).

Ausubel (2003) ressalta que a aprendizagem significativa enquanto processo pressupõe:

i. Predisposição por parte do estudante para a aprendizagem significativa, não é necessariamente motivação, mas envolve intencionalidade, um esforço deliberado para interagir o novo conhecimento aos prévios, estes mais inclusivos, diferenciados, com certa estabilidade e clareza;

ii. A existência de conceitos, proposições, princípios, fatos, ideias, imagens, símbolos na mente do estudante. Os conhecimentos prévios são construções pessoais e possuem significado idiossincrático e;

iii. Que o material a ser aprendido seja potencialmente significativo para o aprendiz, ou seja, os materiais devem ser lógicos e passíveis de se relacionar com as ideias relevantes ancoradas.

Na prática docente, a única condição para a ocorrência da aprendizagem significativa que o professor não tem domínio direto é sobre a predisposição do estudante para aprender. No entanto, Novak e Cañas argumentam que:

> O controle indireto sobre essa escolha encontra-se, essencialmente, nas estratégias de ensino e nas estratégias de avaliação usadas. Estratégias de ensino que enfatizam o relacionamento do conhecimento novo com o conhecimento já existente do aprendiz favorecem a aprendizagem significativa. Estratégias de avaliação que incentivam os aprendizes a relacionar as ideias que possuem com novas ideias também incentivam a aprendizagem significativa (Novak; Cañas, 2010, p. 11).

Uma estratégia que se apresenta ao professor de Matemática como passível de ser incorporada ao seu projeto educativo, facilitando assim a aprendizagem significativa, é a atividade colaborativa. Basicamente consiste em realizar atividades em grupo, permitindo além da relação dialógica entre professor/estudante, também estudante/estudante. O uso dessa estratégia pressupõe a construção de um cenário profícuo no qual os conhecimentos prévios dos estudantes são colocados como ponto de partida para o desenvolvimento cognitivo. A medida que ocorre a discussão, a discordância com respeito e o consenso entre os estudantes frente a uma situação-problema, novos conhecimentos interagem com os já existentes em sua estrutura cognitiva e ambos se modificam. Na visão de Ausubel (2003), nessa interação o novo conhecimento adquire significado para o estudante e o prévio fica mais rico, mais diferenciado, mais elaborado.

Já mencionamos que a aprendizagem resulta de um armazenamento organizado de informações com significado na mente de quem aprende e esse complexo organizado se caracteriza por estrutura cognitiva. Ausubel (2003) coloca que a elaboração de conceitos ocorre da melhor maneira quando os elementos mais gerais e mais inclusivos de um conceito são introduzidos em primeiro lugar e, então, o conceito é progressivamente diferenciado em termos de detalhe e especificidade. Nessa direção, as atividades colaborativas têm potencial para se tornar, inicialmente, um organizador prévio.

> A utilização de organizadores prévios é uma estratégia proposta para "manipulação" da estrutura cognitiva com o objetivo de facilitar a aprendizagem significativa e são materiais introdutórios apresentados antes do próprio material a ser aprendido servindo de âncora para a nova aprendizagem (MOREIRA; MASINI, 2001, p. 21).

Segundo Ausubel (2003), os organizadores prévios devem servir de ponte entre os conhecimentos que o estudante já possui e o que ele deve saber. Sua principal função, portanto, está em preencher o hiato existente entre os conhecimentos cotidianos e o conhecimento científico. O autor entende que os organizadores prévios ajudam o estudante a reconhecer que determinados elementos dos novos materiais de aprendizagem podem ser significativamente aprendidos, se relacionados com aspectos especificamente relevantes da estrutura cognitiva existente.

Além de servir como estratégia, a atividade colaborativa também se configura como estratégia para facilitar o processo de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa, fundamental na negociação de significados. Esse fato ocorre a medida que o novo conhecimento ganha complexidade de compreensão, exigência lógica e formalismo matemático, sem perder de vista a importância de revisitar antigos conhecimentos, buscando por meio da reflexão e reorganização da estrutura cognitiva, proximidades e afastamentos que levam o estudante a engrandecimento intelectual e uma maturidade cognitiva.

Em termos substantivos, Ausubel (2003) coloca que a facilitação da aprendizagem significativa ocorre em termos de planejamento do conteúdo programático e valorização à estrutura cognitiva. Nesse sentido, faz-se necessário uma análise conceitual do conteúdo na identificação de conceitos, ideias, procedimentos básicos e concentrar neles o esforço instrucional. É preciso buscar estratégias que contribua para a relação dialógica, para o debate, para a crítica e sua aceitação. Um caminho é a atividade colaborativa. Esta estratégia é imprescindível pois concentra o ensino no estudante, busca a aprendizagem significativa e permite o aprender a aprender.

3 - O contexto metodológico e os sujeitos envolvidos

Essa investigação, de abordagem quanti-qualitativa, teve duração de 12 encontros de 45 minutos cada um e ocorreu durante o período matutino, envolvendo 20 estudantes de um oitavo ano do ensino fundamental de uma escola da rede pública de Tijucas, Santa Catarina, para tratar sobre conceitos de perímetro, área e volume. A investigação ocorreu no período de 10/07 a 01/08 do ano letivo de 2015. Os estudantes por motivos éticos foram nomeados por símbolos (E1, E2, ..., E19, E20) e o professor, autor desse artigo por (P). Para os 12 encontros, seguiu-se o planejamento, conforme Quadro 1.

Com o intuito de discutir e refletir sobre o trabalho realizado com os estudantes no campo da Geometria Plana e Espacial, no que respeita às suas dificuldades e aos seus processos de generalizações e compreensões, bem como ao modo de os promover na sala de aula por meio de atividades colaborativas, a análise se concentrou nos encontros 1, 2, 3, 6, 7, 10, 11 e 12.

Quadro 1: Sequência de 12 encontros no estudo sobre Geometria Plana e Espacial.

Encontro	**Atividade proposta**	**Tipo de atividade**
1º. Encontro	- Identificação dos conhecimentos prévios dos estudantes acerca de conceitos de geometria plana e espacial, por meio de um questionário.	(Individual)
2º. Encontro 3º. Encontro	- Uso de um vídeo, intitulado “Geometria no dia a dia: Conceito e história da Geometria”, com duração de 7 minutos e disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=gqknXFoovGI>. - Discussão em grupos sobre conceitos apresentados no vídeo, com posterior socialização. - Leitura em grupos referente ao texto: Geometria plana: conceitos históricos e cálculo de áreas. O texto encontra-se disponível em: <http://www.infoescola.com/matematica/geometria-plana-conceitos-historicos-e-calculo-de-areas/>	(Colaborativa)
4º. Encontro 5º. Encontro	- Discussão com o grande grupo sobre o texto utilizado no 3º. Encontro.	(Colaborativa
6º. Encontro 7º. Encontro	- Confecção de mapas conceituais de modo colaborativo pelos estudantes usando as ideias e as discussões ocorridas nos encontros 2, 3, 4 e 5. Parar essa atividade colaborativa, formaram-se 5 grupos com 4 estudantes cada. Socialização dos mapas conceituais.	(Colaborativa)
8º. Encontro	- Aplicação de uma lista de exercícios envolvendo conceitos de área, perímetro e volume de algumas figuras geométricas. A lista foi resolvida em dupla. - Preparação do projeto: A arte em nossa comunidade. Busca na internet sobre os ateliês da comunidade e região.	(Colaborativa) (Individual)
9º. Encontro	- Formação de 5 grupos com 4 integrantes. Definição do projeto artístico. Primeiro esboço do projeto a ser construído e projetado em folha sem pauta.	(Colaborativa)

10º. Encontro	- Fase de construção do projeto artístico com uso de ferramentas e matéria-prima. Nesse caso, valorizou-se a argila, devido a localização da escola entorno de ateliês.	(Colaborativa)
11º. Encontro	- Continuidade do projeto artístico com uso de ferramentas e matéria-prima. Uso do conceito perímetro, área e volume estudado em sala de aula na confecção do projeto.	(Colaborativa)
12º. Encontro	- Socialização à comunidade escolar, por meio de exposição dos projetos e obras artísticas projetas e construídas pelos estudantes.	(Colaborativa)

Para a coleta de dados, foram utilizados questionário, gravações em áudio e vídeo, observação sistemática, mapas conceituais, lista de exercício e entrevista semiestruturada. A Teoria da Aprendizagem Significativa serviu de subsídio para a análise dos resultados obtidos durante os encontros.

4 - Resultados e análise

1º. Encontro: identificando os conhecimentos prévios dos estudantes sobre Geometria Plana e Espacial.

Para iniciar o tema Geometria Plana e Espacial, o professor buscou identificar os conhecimentos prévios dos estudantes utilizando um questionário com 6 (seis) questões dissertativas (quadro 2).

Quadro 2: Questionário aplicado aos estudantes sobre Geometria Plana e Espacial.

Questões apresentadas aos estudantes	**Conhecimentos prévios relevantes para resolver a questão**
1) Em sua opinião, qual(is) a(s) diferença(s) entre Geometria Plana e Espacial?	Reconhecer que uma figura plana não possui volume, enquanto Geometria Espacial é o estudo da geometria no espaço, em que estudamos as figuras que possuem mais de duas dimensões.
2) Você sabe desenhar quadrado, losango, pentágono, hexágono, trapézio, circunferência, triângulo ou retângulo? Onde você aprendeu a desenhar essas figuras?	Associar o nome da figura ao número de lados, com exceção da circunferência, construída com um compasso.
3) Quais instrumentos de medida abaixo você conhece e qual sua função: Esquadro – compasso – transferidor – régua graduada – fita métrica – trena	São instrumentos comuns utilizados nas aula de Matemática, principalmente a régua graduada. O esquadro, compasso e transferidor servem para traçar elementos pertencentes as figuras planas, como bissetriz, altura, mediana, etc.
4) Você saberia expressar a diferença entre perímetro e área de uma figura plana?	Perímetro: corresponde a soma de todos os lados de uma figura geométrica. Área: A área de uma figura geométrica expressa o tamanho de uma superfície de modo que quando maior a superfície da figura, maior será sua área.

5) O que significa para você a palavra volume?	O volume de um corpo está relacionado a quantidade de espaço ocupada por esse corpo.
6) Você acredita que a Geometria está presente no seu dia a dia? Em caso afirmativo, cite alguns exemplos.	A Geometria pode ser encontrada em diversos lugares. Na natureza, na cidade, nas obras de arte, na construção, nos mais simples objetos do cotidiano.

Na primeira questão, a maioria dos estudantes associou a palavra "plana" à figuras geométricas, mas não conseguem apresentar uma definição para essa palavra. No que tange ao significado do conceito "espacial", alguns estudantes registraram que se trata de figuras ocupando lugar na natureza. Outros estudantes afirmaram que a diferença básica entre as duas geometrias está na forma de cálculo. Concordamos com Ausubel (2003) quando afirma que um conhecimento prévio pode ser caracterizado como declarativo, mas também pressupõe um conjunto de outros conhecimentos procedimentais, afetivos e contextuais, que igualmente configuram a estrutura cognitiva prévia do estudante.

Na segunda questão, a maioria dos estudantes desenharam um quadrado, retângulo e triângulo. Alguns estudantes colocaram que aprenderam a desenhar algumas figuras em casa, enquanto outros na escola em anos anteriores. A turma não tinha noção sobre o significado de trapézio ou pentágono e, por isso, não responderam sobre essas duas figuras geométricas. Com relação a circunferência, a grande maioria (18) sabe identificar essa figura na natureza, mas não conseguiram expressar sua definição matemática e seus elementos construtivos. Para Brum e Silva (2015), os conhecimentos prévios que os estudantes possuem em sua estrutura cognitiva, muitas vezes pouco elaborados, precisam ser identificados e levados em consideração pelo professor de Matemática para que possa planejar sua prática em sala de aula.

Na terceira questão, todos os estudantes afirmaram conhecer os instrumentos de medida citados. Porém, colocaram que somente a régua graduada, fita métrica e trena já haviam manipulado. Para alguns estudantes, o esquadro é uma "régua na forma de triângulo" e o transferidor uma "meia pizza". Esses significados atribuídos aos conceitos de esquadro e transferidor são intencionais, subjetivos, pessoais, ditos conotativos. Moreira e Masini (2006) argumentam que no ensino, o que se busca é compartilhar significados denotativos a respeito da matéria de ensino, mas a aprendizagem significativa tem como condição a atribuição de significados conotativos, idiossincráticos.

Na quarta questão, com relação ao significado do conceito perímetro, alguns estudantes (7) responderam que se trata do "comprimento da figura". Outros (6) argumentaram que o perímetro é "a região demarcada por uma fita". Os demais não responderam. A associação de perímetro com o comprimento da figura tem aspecto positivo e configura-se como um conhecimento prévio especificamente relevante. No caso dos estudantes que associaram perímetro com região demarcada por uma fita, não está claro se o tratamento ao perímetro é o tamanho do contorno da figura ou sua região interna. O que o estudante já sabe, o conhecimento prévio (conceitos, proposições, princípios, fatos, ideias, imagens, símbolos), é fundamental para a Teoria da Aprendizagem Significativa, uma vez que se constitui como determinante do processo de aprendizagem, pois é significativo por definição, base para a transformação dos significados lógicos dos materiais de aprendizagem, potencialmente significativos, em significados psicológicos (Moreira, 2011).

Na quinta questão, buscou-se verificar quais conhecimentos os estudantes possuem sobre o conceito “volume”. Em geral, os estudantes afirmaram se tratar de uma medida usada em baldes, copos e garrafas. Por exemplo, E10 argumentou ser “o quanto cabe de água”, relacionando “volume” com “capacidade”. O desenvolvimento do raciocínio ocorre com oscilações, de modo não-linear e intencional. Tanto crianças, adolescentes como adultos poderão pensar de uma forma simplista certos conceitos em determinadas situações e de uma forma mais elaborada noutras (Ausubel, 2003).

Na sexta questão, os estudantes afirmaram que a geometria se encontra em qualquer parte da natureza, reconhecida em placas, estradas, florestas e em suas próprias casas. A esse respeito, cabe considerar as colocações de Moreira e Masini (2009), quando argumentam que a representação simplificada e generalizada da realidade adquirida mediante a existência e o uso de conceitos, torna possível ao indivíduo a invenção de uma linguagem com certo significado.

Faltou uma síntese do conjunto

2º. e 3º. Encontros: Uso de organizador prévio e expansão na compreensão de conceitos geométricos

Após a análise dos resultados apresentados pelos estudantes diante do questionário, no início do segundo encontro foi utilizado como organizador prévio um vídeo intitulado “Geometria no dia a dia: Conceito e história da Geometria” com duração de 7 minutos. O objetivo de um organizador prévio é servir de ponte entre os conhecimentos que o estudante já possui e o que ele deve saber durante a matéria de ensino. Os estudantes foram orientados a anotar as informações em seus cadernos para posterior discussão em grupo. Após o término do vídeo, os estudantes foram organizados em grupos de 5 integrantes e, durante 15 minutos, discutiram as ideias anotadas.

Essa atividade de discussão entre estudante/estudante reforça a importância de valorizar os pontos anotados por todos os integrantes do grupo. A atividade colaborativa permite a troca de ideias e percepções sobre diversos modelos geométricos, criando um ambiente de discussão. Para finalizar o segundo encontro, os estudantes foram colocados em círculo e, juntamente com o professor, apresentaram suas ideias, dúvidas e questionamentos acerca do debate ocorrido em cada grupo. As dúvidas principalmente sobre a diferenciação de figuras geométricas foram respondidas por colegas de sala e complementada pelo professor, que frequentemente utilizava o quadro negro para clarificar as ainda existentes. No que diz respeito à socialização enquanto atividade colaborativa, Brum e Schuhmacher (2014) salientam que é a partir da interação entre os pares, considerando a diferença de conhecimento entre eles, é que oportunizará a construção de novos conceitos.

No terceiro encontro, o professor disponibilizou um texto para cada grupo e posteriormente sua socialização. O texto aborda entre outros assuntos, conceitos geométricos de área e perímetro para figuras planas e de volume para espaciais. Antes da leitura, o professor solicitou aos estudantes que anotassem os conceitos relativamente novos para posterior discussão e apropriação desse conhecimento. Por se tratar de Matemática, possuidora de uma linguagem própria e muitas vezes complexa tanto para o estudante como para o professor devido ao seu formalismo, é preciso compreensão de que o processo de aprendizagem não ocorre de maneira linear e estática, mas com rupturas, construções e re(construções). Acerca do processo complexo de aprendizagem, Pântano e Luiz (2009) defendem que o cérebro é o órgão da disponibilidade e boa parte dos estudos sobre conhecimento e seu funcionamento ainda são recentes. De modo geral, as estratégias pedagógicas promovidas pelo processo ensino e aprendizagem, aliadas às experiências de vida às quais o estudante é exposto, modificam sua estrutura cognitiva.

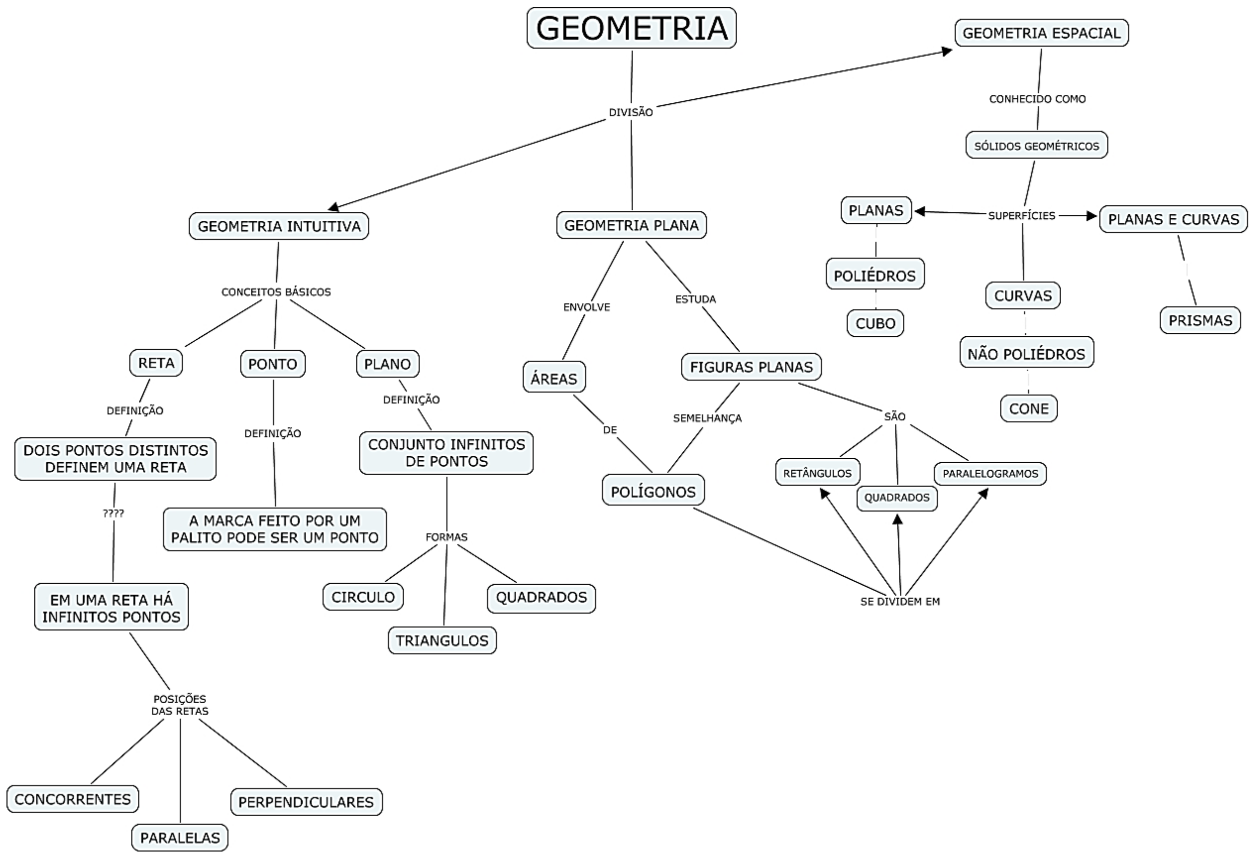
Durante o quarto e quinto encontros, o professor interviu nas discussões e mediou a relação entre estudante e conhecimento. A ação consciente do professor tende a promover interações em sala de aula, levando a novas aprendizagens (Brum; Silva, 2015). Durante as discussões, por exemplo, E9 colocou que "o perímetro poderia ser entendido como o comprimento do contorno de uma figura". Por sua vez, E17 respondeu a resposta do colega de modo afirmativo e, acrescentou que essa ideia é bastante difundida em filmes policiais. Para Villani e Silva (2006), a interação entre os sujeitos possibilita um momento de troca, de compartilhamento de ideias no qual surgem novas percepções a respeito do objeto de estudo. Já E2 comentou se existe relação entre volume e área de figuras. No entendimento de E19, volume trata sobre capacidade e área envolve região interna limitada por um contorno. Nessa discussão, E7 colocou um exemplo: "circunferência é um contorno e círculo é a região interna limitada por esse contorno e, portanto, são coisas diferentes". A atividade colaborativa permite a troca de percepções, o estabelecimento de ideias e o refutamento de outras concepções dos estudantes, pois a aprendizagem é contínua (um exercício de reflexão), progressiva (o ser humano é um sujeito aprendente) e não obedece um plano linear (permite aprender e reaprender).

6º. e 7º. Encontros: Externalizando a organização da estrutura cognitiva acerca de conceitos de geometria por meio de mapas conceituais

Para proporcionar maior interação entre os estudantes, o professor solicitou a construção de mapas conceituais em grupos de quatro integrantes. O objetivo dessa atividade colaborativa é identificar como encontra-se a estrutura cognitiva de cada estudante e proporcionar uma re(organização) dos conceitos e seus significados por meio da discussão, tornando-os para o estudante mais claros e diferenciados. No sexto encontro, os estudantes foram levados até a sala de informática, onde previamente, já estava instalado o software *Cmap Tools.* Durante 15 minutos, o professor orientou os estudantes com relação ao manuseio dessa ferramenta.

Após sanadas as principais dúvidas sobre o uso do software, deu-se início ao processo de construção dos mapas conceituais, de modo colaborativo, sobre o tema Geometria. Os estudantes estavam durante a construção do mapa de posse de anotações realizadas em aulas anteriores. A dinâmica durante o sexto e sétimo encontros proporcionou o posicionamento de ideias, de sugestões ao mapa em construção e aceitação da crítica por partes de integrantes de cada grupo. Dos cinco mapas conceituais construídos pelos grupos G1-G2-G3-G4 e G5, escolheu-se dois (G2) (figura 1) e G4 (figura 2) para ser analisado, por apresentar aspectos importantes e valorativos contemplados na Teoria da Aprendizagem Significativa.

Figura 1: Mapa conceitual construído por G2.



Fonte: Dados de pesquisa, 2015.

O mapa conceitual de G2 apresenta no topo o conceito de “Geometria”, caracterizando como o conceito mais geral. Abaixo existem três ramos, constituído por “Geometria Intuitiva”, “Geometria Plana” e “Geometria Espacial”. Essa construção de ramos apresenta o início do processo de diferenciação progressiva. A justificativa dos estudantes desse grupo para essa organização deve-se ao fato de concluíram que a Geometria poderia ser estudada a partir de três ideias diferentes, resultado da discussão entre os pares. No entendimento de Ausubel (2003), a maioria da aprendizagem, retenção e a organização das matérias é hierárquica por natureza, procedendo de cima para baixo em termos de abstração, generalidade e inclusão.

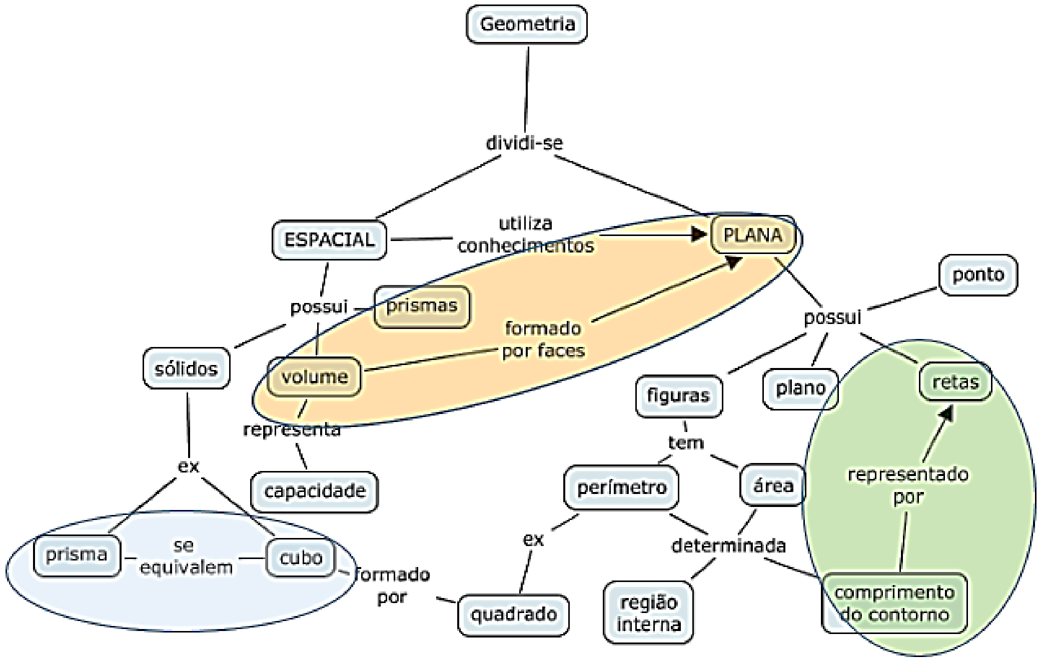
No ramo Geometria Intuitiva (esquerda), os membros do G2 utilizaram quatorze conceitos, iniciando pelos elementos básicos ou entes primitivos da Geometria (ponto; reta e plano) e diferenciando progressivamente por meio da compreensão dos entes primitivos e apresentando, por último, exemplos que se justifica os significados atribuídos aos conceitos. Um ponto importante no ramo 1 é de que quaisquer dois conceitos se encontram ligados por um verbo de ligação ou uma proposição. Segundo Novak e Gowin (2004), os mapas conceituais permitem ao professor realizar observações acerca da estrutura proposicional, bem como, viabilizar a análise de ligações cruzadas ou concepções alternativas, indicativos de diferenciação dos conceitos na estrutura cognitiva do estudante referentes a uma determinada área de conhecimento.

No ramo Geometria Plana (centro), são usados sete conceitos chave, distribuído em “áreas” e “figuras planas”, combinados em “polígonos”. Essa criativa em relacionar conceitos evidencia uma forma de aprendizagem significativa bastante importante e difícil de ocorrer que é a combinatória. A aprendizagem combinatória ocorre quando um conceito aprendido não é subordinado e também não subordina outros conceitos. Brum e Silva (2015) relatam que esta forma de aprendizagem é significativa, pois se relaciona, não com elementos específicos da estrutura cognitiva do estudante, mas com a estrutura cognitiva propriamente dita. Os estudantes desse grupo combinaram também o conceito “polígono” com “quadrados”, “retângulos” e “triângulos”. Na Matemática, o indivíduo com grande quantidade de subsunçores os relaciona atribuindo significado de equivalência e possui, invariavelmente, mais condições de oferecer significado a uma relação.

No ramo Geometria Espacial (direita), possui dez conceitos chave, com destaque a equivalência realizada com “sólidos geométricos”. Há uma ausência de palavras de ligação, que de certa forma, fragiliza a compreensão da ligação entre os conceitos “plana”, “poliedros” e “cubo” ou “planas e curvas” com “prismas”. Para Novak e Gowin (2004), o mapa conceitual é um recurso para representar o conjunto de significados conceituais incluídos numa estrutura de proposições. Para os autores, uma proposição consiste em dois ou mais termos conceituais ligados por palavras de modo a formar uma unidade semântica. O ramo apresenta uma adequada diferenciação progressiva entre os conceitos, iniciando por “geometria espacial” e apresentando em sua base, exemplos como “cones” e “prismas”.

De maneira geral, o mapa de G2 possui uma adequada estrutura hierárquica dos conceitos, valoriza as palavras de ligação, porém não apresenta ligações cruzadas e demonstra ausência de reconciliações integrativas. Na concepção de Moreira (2010), a realização de reconciliações integrativas pode revelar novas relações conceituais e devem ser enfatizadas e dialogadas em sala de aula. Seu reconhecimento pelo professor de forma positiva demonstra que a aprendizagem significativa ganha em qualidade à medida que o estudante reconhece novas aproximações entre os conceitos.

Figura 2: Mapa conceitual construído por G4.



Fonte: Dados de pesquisa, 2015.

O mapa construído por G4 possui duas ramificações que dividem a geometria em “espacial” e “plana”. Os conceitos utilizados no mapa estão ligados por palavras facilitando sua compreensão. Com relação ao ramo da esquerda, foram utilizados sete conceitos e apresenta uma adequada hierarquização. No círculo destacado em azul, há uma ligação entre o conceito “prisma” e “cubo” por meio do termo “se equivalem”. Para os estudantes desse grupo, um cubo é uma forma de prisma e por isso a conexão entre esses conceitos.

Com relação ao ramo da direita, foram utilizados dez conceitos, com adequada estrutura hierárquica, indo dos mais gerais como “plano”, “figuras” até os mais específicos, como “região interna” e “comprimento do contorno”. Ausubel (2003) coloca que a elaboração de conceitos ocorre da melhor maneira quando os elementos mais gerais, mais inclusivos, de um conceito são introduzidos em primeiro lugar e, então, o conceito é progressivamente diferenciado em termos de detalhe e especificidade. Não há restrição as alterações dos conceitos ao longo da aprendizagem, ou seja, qualquer conceito pode elevar-se à posição superior e continuar mantendo uma relação proposicional significativa com os demais conceitos, sendo o tipo de relação determinada pela estrutura cognitiva de cada indivíduo.

Um fato percebido no mapa conceitual de G2 foram as ligações cruzadas (círculo alaranjado). Esse tipo de ligação possibilita ter um panorama de como um conceito está relacionado a outro domínio do mapa, e sua elaboração pode representar saltos criativos no indivíduo. Para Novak e Gowin (2004), as ligações transversais são aquelas que revelam relações válidas entre dois segmentos distintos da hierarquia conceitual e significam possivelmente reconciliações integradoras importantes e podem ser, por isso, melhores indicadores de aprendizagem significativa do que os níveis hierárquicos.

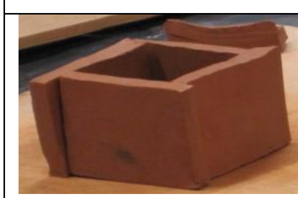
Outro ponto em destaque no mapa conceitual de G2 é o processo de reconciliação (círculo verde) entre os conceitos “comprimento do contorno” e “retas”. Para Ausubel (2003), a aprendizagem resultante de reconciliação integrativa também acarretará na posterior diferenciação dos conceitos ou proposições existentes. Em geral, o mapa de G2 apresenta validade nas proposições, ou seja, os conceitos utilizados constroem significados denotativos, evidenciando a lógica da relação conceitual.

10º.; 11º. e 12º. Encontros: Construção, aprofundamento matemático e socialização de projetos artísticos

Para os últimos três encontros, buscou-se oportunizar aos estudantes a aproximação entre a teoria matemática usada no campo da geometria e a prática vivida em seu cotidiano. No 10º. Encontro, com os cinco grupos já formados e realizada a busca de informações sobre ateliês e obras construídas com argila, deu-se início a produção de artefatos. Cada grupo ficou responsável pela argila e outras ferramentas necessárias para a construção do artefato. A atividade ocorreu com participação intensa dos integrantes, sempre com muito respeito e ouvindo as ideias dos colegas. Como alguns grupos não conseguiram terminar no encontro, o professor sugeriu seu término no contra turno, prontamente aceito pelos estudantes, que compareceram no período vespertino para dar continuidade e qualidade ao trabalho.

No 11º. Encontro, continuando o projeto artístico, o professor solicitou a cada grupo os registros matemáticos com ênfase em medidas como perímetro, área e volume identificado no artefato construído. O objetivo é proporcionar aos estudantes a utilização de equações, alinhando assim teoria e prática. Esse momento foi de suma importância para o professor, pois foi possível perceber as relações de conhecimento entre os membros do grupo, oportunizando um mapeamento conceitual e relacional da Matemática com o processo de aprendizagem (quadro 3).

Quadro 3: Processo de construção relacional entre os conceitos matemáticos baseado na confecção de artefatos.

Artefato construído por G1	Volume	Perímetro	Área
	V = 20 . 20 . 20 V = 800 cm^3 Em m^3 800/1000 = 0,8 m^3	Da borda P = 20.4 = 80 cm Da face Pf = 20 . 4 = 80 cm	Lateral Al = 4 . 20 . 20 Al =1600 cm^2 Total = 1600 + 20^2 = 2000 cm^2
Artefato construído por G2	Volume	Perímetro	Área
	V = 3,14 . 4^2 . 5 V = 251,2 cm^3 Em m^3 251,2/1000000 0,0002512 m^3	Da borda P = 2 . 3,14 . 5 = 31,4 cm Da face Pf = 2 . 31,4 + 2 . 5 = 71,4 cm	Lateral Al = P . 5 = 157 cm^2 Total 157 + 50,24 207,24 cm^2
Artefato construído por G3	Volume	Perímetro	Área

	$V = (5^2 . 4)/3$ $V = 33,33\ cm^3$ Em m^3 33,3/1000000 $0,00000333\ m^3$	Da base P = 5.4 = 20 cm Da uma face Pf = 5,7 + 5,7 + 5 = 16,4 cm	Lateral $Al = 4 . (5,4 . 5)/2 = 54\ cm^2$ Total $At = 54 + 5 . 5 = 79\ cm^2$

Artefato construído por G4	Volume	Perímetro	Área
	$V = 4/3 . 3,14 . 6^3$ $V = 904,32\ cm^3$ Em m^3 904,32/1000000 $0,00090432\ m^3$	Da borda P = 2 . 3,14 . 5 P = 31,4 cm	Para tampa formato circular $3,14 . 5^2 = 31,4\ cm^2$ Para a estrela 6 . (2 . 3)/2 + 6 . (4 . 3)/2 $18 + 36 = 54\ cm^2$
Artefato construído por G5	Volume	Perímetro	Área
	$V = 3,14 . 8^2. 6$ V = 1205,76 Em m^3 1205,76/1000000 $0,00120576\ m^3$	Da borda P = 2 . 3,14 . 8 P = 50,24 cm Do pequeno círculo P = 2 . 0,5 . 3,14 = 3,14 cm	Do pequeno círculo $A = 3,14, 0,5^2$ $A = 0,785\ cm^2$ Da borda $A = 3,14 . 8^2 = 200,96\ cm^2$

Os registros matemáticos que cada grupo realizou a partir de seu artefato demonstram coerência com os conhecimentos aceitos no contexto da matéria de ensino. Os registros se concentram em área, volume e perímetro, com ênfase em bordas, formato circular, triângulo, face e totalidade. Também foi registrada a conversão entre unidades de volume (cm^3 para m^3).

Os grupos concentram em artefatos similares aos encontrados em ateliês da região e vendidos com frequência. Os objetos vão desde bacias, decorativos a jarros e potes para condimentos. Muitos estudantes desconheciam o processo para calcular o volume de alguns objetos e concentram grandes esforços para relacionar a figura geométrica a essa medida. Nesse processo, o professor era constantemente chamado pelos grupos, orientando com relação ao nome da figura e a dinâmica para o cálculo da medida de área, perímetro e volume.

Após essa fase de construção e utilização de conhecimentos matemáticos, deu-se início ao momento de socialização à comunidade escolar dos projetos artísticos. A exposição ocorreu com a presença de todos os integrantes dos grupos, que possibilitou maior diálogo entre os visitantes e os expositores. A Matemática passa a ter sentido ao estudante quanto este encontra relação com o seu cotidiano e sua história (Brum; Silva, 2015). O compartilhamento de ideias e conhecimentos utilizados nessa atividade com outros estudantes permite um ambiente construtivo e reflexivo sobre os acontecimentos que ocorrem no âmbito escolar. Na troca de ideias, todos aprendem e esse deve ser o objetivo da escola, concentrada nas aprendizagens, na reflexões e dinamizações de conhecimento.

Durante a exposição, os estudantes explicavam sobre o procedimento para a construção dos artefatos, utilizando argila e algumas ferramentas básicas, como régua, espátula e moldes de estrelas e círculos. Também colocaram as dificuldades para realizar a relação com a Matemática, mas que encontram sentido na utilização de fórmulas e testes empíricos. Argumentaram ainda que a Matemática pode se tornar um instrumento potencial para compreender as situações do cotidiano. Na concepção de Brum e Silva (2015), o desafio do professor é tornar a Matemática uma matéria ensinável com domínio formal e estrutural, sem ser um fim em si mesma, mas utilizar em situações do cotidiano, com lógica e clareza.

5 - Considerações finais

Nessa investigação, foram analisadas as atividades colaborativas realizadas com uma turma de estudantes de oitavo ano tendo como tema o estudo de Geometria. Acreditamos que a partir dos resultados obtidos neste estudo, as atividades colaborativas podem se constituir em uma valiosa estratégia de ensino no processo de promoção e de avaliação da aprendizagem significativa. A sua utilização, em um contexto de ensino sob um enfoque ausubeliano, se configura como eficiente na promoção da aprendizagem de conceitos sobre Geometria.

No processo de apropriação dos conhecimentos sobre Geometria, os estudantes por meio de atividades colaborativas foram conduzidos a pensar, refletir, comparar, organizar, sintetizar, enfim, desempenharam um papel mais ativo no processo de aprendizagem, com a importante participação do professor, que continuamente, dirigia a atenção para o conhecimento prévio, muitas vezes, culturalmente sedimentado.

No decorrer do processo de ensino, identificamos que muitos estudantes conseguiram estabelecer relações de modo não arbitrário e substancial (não ao pé da letra) entre os novos conhecimentos e os conceitos existentes. Tal fato se mostrou evidente quando alguns estudantes apresentavam argumentações baseadas em algum conhecimento científico já estudado, com linguagem mais adequada à situação, incluindo elaborações escritas entre outras ações.

Em resposta à questão que norteou esta investigação: *Quais contribuições uma estratégia baseada em atividades colaborativas podem contribuir junto ao professor e estudantes no processo de ensino e aprendizagem de conteúdos no campo da Matemática?* entendemos que a construção de atividades colaborativas contribuem para que o estudante possa construir os conhecimentos matemáticos com significado, evidenciando momentos de aprendizagem significativa, pois esta é progressiva, com rupturas e continuidades. Observamos também que os textos, o vídeo, os mapas conceituais construídos, as situações-problema, os artefatos e sua exposição contribuíram para o estudante (re)organizar suas ideias sobre Geometria. Com relação a hipótese, essa foi validada com contribuições no campo da interação estudante/estudante, além de discussões salutares entre os pares e a aceitação de críticas e sugestões.

Por fim, os estudantes merecem maior atenção, devem ser protagonistas de sua própria aprendizagem, com respeito e valorização aos seus conhecimentos prévios. Se por um lado, os professores de Matemática precisam compreender que o ensino deve passar a ser centrado no aluno, buscando a negociação de significados, com atividades colaborativas com vista ao aprender a aprender, por outro lado, busca-se o detrimento ao treinamento comportamentalista, de situações do tipo certo ou errado, tudo ou nada. As práticas em sala de aula precisam mudar, deve buscar a colaboratividade, as indagações, os questionamentos e a busca incessante por novas questões. Toda mudança requer sacrifício, porém é preciso e invariavelmente inevitável.

Referências

Ausubel, D. P. (2003). Aquisição e Retenção de Conhecimentos: uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Plátano.

Brasil. (1997). Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática. Brasília: A Secretaria. Disponível em: < http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro03.pdf >. Acesso em: 06 de ago. 2015.

Brum, W.P.; Silva, S.C. R. (2015). A utilização de uma UEPS no ensino de matemática: uma investigação durante a apresentação do tema probabilidade. Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review, v.5 (1), p. 15-32.

Brum, W. P.; Silva, S. C. R. (2014). Uso de um objeto de aprendizagem no ensino de matemática tomando-se como referência a teoria da aprendizagem significativa. Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review, v.4 (2), p. 15-31.

Brum, W. P.; Silva, S. C. R. (2014a). A utilização de um recurso tecnológico para apresentação do tema geometria plana analisada a partir da teoria da aprendizagem significativa. Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review, v. 4(2), p. 72-87.

Brum, W. P; Schumacher, E. (2014). Aprendizagem de conceitos de geometria esférica e hiperbólica no ensino médio sob a perspectiva da teoria da aprendizagem significativa usando uma sequência didática. Alexandria: Revista De Educação Em Ciência e Tecnologia, v.7, p.127-156.

Brum, W. P. (2013). Abordagem de conceitos elementares de geometria esférica e hiperbólica no ensino médio usando uma sequência didática, 187f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática). Universidade Regional de Blumenau.

Lemos, E. S. (2011). A teoria da aprendizagem significativa e sua relação com o ensino e com a pesquisa sobre o ensino. Aprendizagem Significativa em Revista, vol. 1, p.47-52.

Moreira, M. A. (2009). Teorias de aprendizagem. 3ª. ed. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária.

Moreira, M. A. (2011) Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas-UEPS. Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review. Porto Alegre, v.1, p.43-63.

Moreira, M. A. (2010). Mapas conceituais e aprendizagem significativa. São Paulo: Centauro.

Moreira, M. A.; Masini, E. F. S. (2001). Aprendizagem significativa: A teoria de David Ausubel. São Paulo: Centauro.

Moreira, M. A.; Masini, E. F. S. (2006). Aprendizagem significativa: a teoria de aprendizagem de David Ausubel. 2ª ed. São Paulo: Centauro Editora.

Moreira, M. A.; Masini, E.F.S. (2009). Aprendizagem significativa: condições para sua ocorrência e lacunas que levam a comprometimentos. São Paulo: Vetor.

Novak, J. D.; Gowin, B. D. (2004). Aprender a Aprender. 3ª.ed. Lisboa: Plátano Edições Técnicas.

Novak, J. D.; Cañas, A. J. (2010). A teoria subjacente aos mapas conceituais e como elaborá-los e usá-los. Práxis Educativa. Ponta Grossa, v. 5, n.1, p. 9-29.

Pântano, T.; Luiz, J. (2009). Neurociência aplicada à aprendizagem. São Paulo: Pulso editorial.

Vichinsky, W.; Junior, C.F.A. (2013). Atividades colaborativas no ensino de ciências e matemática: percepção de alunos e professores. Anais do Encontro de Produção Discente PUCSP/Cruzeiro do Sul. São Paulo. p. 1-8.

Villani, A.; Silva, G. S. (2006). A construção da intersubjetividade nas aulas de Física: como e por que um grupo funciona? São Paulo: USP.