



FACCREI

17

NÚMERO 1

REVISTA  
DIÁLOGO E  
INTERAÇÃO

ISSN 1275-3687

<https://revista.faccrei.edu.br>

## A APRENDIZAGEM DE MODELOS MATEMÁTICOS NA CONSTRUÇÃO DE MAQUETES DE CASAS

### MEANINGFUL LEARNING OF MATHEMATICAL MODELS IN THE HOUSE MODELS CONSTRUCTION

\*André de Lima Taque

\*\*Rudolph dos Santos Gomes Pereira

\*\*\*Bárbara Nivalda Palharini Alvim de Sousa

**RESUMO:** Neste artigo temos como objetivo investigar a aprendizagem de conceitos matemáticos na construção de maquetes de casas. Tecemos considerações sobre a questão de pesquisa: Como ocorre a aprendizagem de conceitos matemáticos na construção de maquetes? Por meio da modelagem matemática na Educação Matemática fundamentamos a discussão sobre os modelos matemáticos que emergem na construção de maquetes e o uso da Teoria de Aprendizagem Significativa dá suporte às considerações sobre a aprendizagem, de alunos, em Geometria. Dados foram coletados por meio de uma pesquisa empírica em um curso de Licenciatura em Matemática de uma Universidade Pública. Os instrumentos de coleta de dados foram as entrevistas áudio-gravadas, as maquetes construídas e mapas conceituais elaborados pelos alunos após o desenvolvimento das maquetes. Os resultados da pesquisa apontam o uso de maquetes como materiais potencialmente significativos, as evidências de aprendizagem significativa de modelos matemáticos na construção de maquetes e o porquê de trabalhar com a construção de maquetes nas aulas de Geometria.

**PALAVRAS-CHAVE:** Educação Matemática. Modelagem Matemática. Geometria. Maquetes de Casas. Aprendizagem Significativa.

**ABSTRACT:** In this paper we have the aim to investigate the mathematical concepts learning during the construction of house models. We argue about the guiding question: How to learn mathematical concepts in the construction of house models? Using Mathematical Modelling in Mathematics Education we founded the discussion

---

\*Licenciado em Matemática, Mestre em Ensino (PPGEN/UENP).

\*\*Licenciado em Ciências e Matemática, Doutor em Educação (UNESP), docente da Universidade Estadual do Norte do Paraná, Programa de Pós-graduação em Ensino (PPGEN/UENP).

\*\*\*Licenciada em Matemática, Doutora em Ensino de Ciências e Educação Matemática (UEL), docente da Universidade Estadual do Norte do Paraná, Programa de Pós-graduação em Ensino (PPGEN/UENP).

regarding mathematical models that emerges during house models construction, and the use of the Meaningful Learning Theory gives us support to infer about students geometry learning. Data were collected through an empirical research in a Mathematics Degree Course of a Public University. Data instruments were interviews audio recordings, the house models constructed by students and conceptual maps made after house models development. Results showing house models as a material potentially significant, the evidences of meaningful learning of mathematical models and why working inside Geometry classes with house models constructions.

**KEYWORDS:** Mathematics Education. Mathematical Modelling. Geometry. House Models. Meaningful Learning.

## 1 INTRODUÇÃO

O recurso à construção de maquetes aliado ao ensino e a aprendizagem de Matemática não é despercebido na literatura em Educação Matemática. Silva, Martin e Beline (2014) pesquisaram uso da modelagem matemática na construção de maquetes e o uso de sólidos geométricos; Já Brum (2013) investigou as contribuições para o ensino de Matemática, em particular, do teorema de Tales, por meio da utilização de maquetes sob a ótica da teoria da Aprendizagem Significativa; Silva et al (2010) analisou a expressão gráfica no ensino da Matemática por meio de maquetes. A construção de maquetes como estratégia didática interdisciplinar para o ensino e a aprendizagem de Geometria, no que tange ao eixo espaço e forma foi objeto de estudo de Felcher, Dias e Bierhalz (2015).

Para Calabrezzi, Tozzo e Ossada (2010) as maquetes são reproduções em escala reduzida ou até mesmo em tamanho real de partes ou o todo de um projeto fundamentado em dados e variáveis reais do projeto original. Sendo assim, pressupõe-se que a maquete pode ser a representação de qualquer objeto, podendo ser encontrada em forma de automóveis, aviões, motocicletas, trens, barcos em geral, casas, etc. Segundo Amarante et al. (2012),

A maquete é uma forma de representação das simulações em sala de aula. Sua utilização permite ao aluno uma visão macro de um determinado contexto, possibilitando a integração de diferentes conceitos, percepção esta que a princípio seria prejudicada se abordada através dos meios tradicionais de ensino, como por exemplo, a lousa e o giz (p. 3).

De modo geral, o uso de maquetes no ensino e na aprendizagem de Matemática está associado ao conteúdo de Geometrias. Segundo Paraná (2008), no que diz respeito ao Ensino Fundamental e Ensino Médio, o conteúdo estruturante de Geometrias se desdobra nos conteúdos: geometria plana, geometria espacial e noções de geometrias não-euclidianas.

Apesar da considerável vinculação do uso de maquetes às Geometrias, entendemos que a relação entre Geometria, Aritmética e Álgebra deve ocorrer, uma vez que estas áreas do conhecimento estão de mãos dadas, “porque os objetos e relações dela correspondem aos das outras; assim sendo, conceitos, propriedades e questões aritméticas ou algébricas podem ser clarificados pela geometria, que realiza a tradução para o aprendiz” (LORENZATO, 1995, p. 7). Nos parâmetros curriculares nacionais, a Geometria é alocada em dois blocos espaço e forma e grandezas e medidas (BRASIL, 1997). O documento sinaliza que são conteúdos conceituais e procedimentais no bloco espaço e forma “a interpretação e representação de posição e de movimentação no espaço a partir da análise de maquetes, esboços, croquis e itinerários” (BRASIL, 1997, p. 51) e, aponta ainda, como critério de avaliação a interpretação e construção de representações espaciais, envolvendo croquis, itinerários e maquetes.

Neste contexto, o uso da alternativa pedagógica da modelagem matemática na Educação Matemática pode viabilizar o ensino e a aprendizagem de modelos matemáticos por meio da construção de maquetes de casas como representações de objetos reais. Dessa forma, reportamos uma pesquisa cujo objetivo é investigar a aprendizagem de conceitos matemáticos durante a construção de maquetes de casas. Delineamos o quadro teórico de modo a contemplar a modelagem matemática na Educação Matemática e a teoria de aprendizagem que embasa a pesquisa, a Teoria de Aprendizagem Significativa (TAS). O artigo está estruturado de modo a contemplar: o quadro teórico que fundamenta a interpretação dos autores sobre a aprendizagem de alunos na construção de maquetes de casas; o contexto da pesquisa empírica e os aspectos metodológicos que guiaram os autores; a análise dos dados coletados na pesquisa empírica; a discussão dos resultados com vistas ao uso de maquetes como materiais potencialmente significativos na aprendizagem de conceitos matemáticos,

especificamente de conceitos geométricos; por fim, apresentamos as considerações finais no que tange à questão de pesquisa Como ocorre a aprendizagem de conceitos matemáticos na construção de maquetes de casas?

## 2 MODELAGEM MATEMÁTICA E O USO DE MODELOS MATEMÁTICOS NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

A modelagem matemática na Educação Matemática é defendida por diversos pesquisadores e neste cenário apresenta uma pluralidade de entendimentos e é utilizada em diferentes perspectivas (BURAK; ARAGÃO, 1992; SKOVSMOSE, 2001; KAISER; SRIRAMAN, 2006; ARAÚJO, 2009; KLÜBER; BURAK, 2014, entre outros).

Assumimos o entendimento de Almeida, Silva e Vertuan (2012) em que o uso da modelagem matemática na Educação Matemática é feito por abordar questões ou situações reais do cotidiano para compreender métodos e conteúdos matemáticos. Em consequência o aluno pode construir conhecimentos sobre conceitos matemáticos para com estes compreender à aplicabilidade da Matemática em diversas áreas do conhecimento e no seu cotidiano. Para tanto, a modelagem matemática é concebida como uma alternativa pedagógica para o ensino e para a aprendizagem de conceitos matemáticos por meio de situações não essencialmente matemáticas.

Considerando as potencialidades para a aprendizagem de Matemática no uso de atividades de modelagem matemática em sala de aula Almeida, Silva e Vertuan (2012) faz uma relação com a Teoria da Aprendizagem Significativa, em que a modelagem matemática pode contribuir com a aprendizagem dos alunos, pois pode ativar os fatores citados na TAS durante o desenvolvimento das atividades, com o fator motivacional em um ambiente que pode haver trocas/compartilhamentos de conceitos. Enfatiza-se, ainda, que para essas atividades não existe um roteiro ou uma *receita* a ser seguida, e em consequência, não há soluções prévias. Por este fato, nas resoluções dos alunos em atividades de modelagem matemática, é possível observar indícios da ocorrência de interação entre conhecimentos antigos e novos, evidenciando a aprendizagem significativa (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2012).

Visando o êxito na realização de atividades de modelagem matemática têm-se a determinação de algumas fases, citadas por Almeida, Silva e Vertuan (2012) como: inteiração, matematização, resolução e interpretação e validação: Inteiração é o primeiro contato a situação-problema a ser estudada, podendo assim conhecer as características e especificidades da situação; Matematização: é a fase em que ocorre o processo de transições de linguagens, visualização e uso de símbolos para realizar descrições matemáticas, nessa fase que ocorre a formulação de hipóteses, seleção de variáveis e possíveis simplificações; Resolução: caracterizada pela construção de modelos matemáticos para descrever a situação inicial; a Interpretação e validação implica na análise de resultados, nesta fase visa além aplicar modelos, desenvolver nos alunos capacidades de avaliar a construção de modelos e os diferentes contextos de aplicações do mesmo. Na fase de resolução ocorre o uso de modelos matemáticos. Segundo Houaiss (2009) *modelo* pode ser considerado como:

Representação, em escala reduzida, de objeto, obra de arquitetura etc. a ser reproduzida em dimensões normais; [...] desenho, objeto ou pessoa em cuja reprodução estética trabalha o artista; [...] figura produzida em argila, cera ou gesso, que se destina a ser reproduzida em pedra, mármore ou bronze; aparelho ou conjunto de aparelhos que permitem a reprodução de determinada peça por processos us. em fundição para o preparo de objetos de metal; molde; reprodução tridimensional, ampliada ou reduzida, de qualquer coisa real, us. como recurso didático (p.ex., partes do corpo humano, do universo etc.); [...] esquema teórico que representa um fenômeno ou conjunto de fenômenos complexos e permite compreendê-los e prever-lhes a evolução; [...] representação de um fenômeno ou conjunto de fenômenos físicos e eventualmente a previsão de novos fenômenos ou propriedades, tomando como base um certo número de leis físicas, em geral obtidas ou testadas experimentalmente (HOUAISS, 2009, s/p).

Cunha (1989) define modelo como representação de alguma coisa, algo que pode servir de padrão para representar algo, ou que se possa fazer algo semelhante, a base para construção do novo, espelhado em algo já construído. Para Almeida, Silva e Vertuan (2012), a criação de modelos pode ser vista como a representação de algo, percebida em diversas áreas do conhecimento como Arte, Moda, Engenharia, Matemática, entre outras, contudo, o que pode variar é a finalidade com a qual são construídos. Quando direcionado para a Matemática, o modelo é considerado uma

representação que visa explicar e fazer parecer real, situações em que os sujeitos possam fazer o uso da Matemática:

Podemos dizer então que modelo matemático é um sistema conceitual, descritivo ou explicativo, expresso por meio de uma linguagem ou uma estrutura matemática e que tem por finalidade descrever ou explicar o comportamento de outro sistema, podendo mesmo permitir a realização de previsões sobre este outro sistema (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2012, p. 13).

Os modelos matemáticos na Educação Matemática podem ter papéis diferenciados. Barbosa (2009), devido à enorme variedade de papéis e finalidades que os modelos matemáticos podem exercer, criou um esboço para a classificação de modelos, sendo esta dividida em três tipos: Justificativa, em que o modelo é utilizado (como base de sustentação) pra introduzir conceitos novos; Definição, o modelo é utilizado para a definição de um conceito, e esse conceito que os alunos devem dominar é a própria relação matemática; Estruturante, em que parte do discurso da matemática escolar é deslocada para enquadrar um fenômeno (por exemplo, pode estar localizada na Biologia) e extrair conclusões (no caso do exemplo, biológicas).

Assim, com o intuito de investigar a aprendizagem de conceitos matemáticos por meio de modelos matemáticos utilizados na construção de maquetes de casas, por alunos de um curso de Licenciatura em Matemática, baseamos nossos estudos na Teoria de Aprendizagem Significativa.

### **3 A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA**

A Teoria da Aprendizagem Significativa teve como criador David Paul Ausubel. Com as publicações de sua teoria, Ausubel recebeu contribuições de vários pesquisadores como Novak (1981) em *A teoria da educação*, Gowin (1981) em *Educating*, Moreira (1999) em *Aprendizagem Significativa*, Ausubel, Novak e Hanesian (1980) em *Psicologia cognitiva*.

Para Brum (2013) a teoria da Aprendizagem Significativa é uma tentativa de fornecer sentido ou estabelecer relações, de modo não arbitrário e substancial entre

os novos conceitos e àqueles já existentes na estrutura cognitiva dos sujeitos. Moreira (2011) complementa que a aprendizagem só é significativa se o descoberto se ligar a conceitos subsunçores relevantes já existentes na estrutura cognitiva. Em relação ao subsunçor, o mesmo autor o define como um processo que envolve a interação da nova informação com uma estrutura específica do conhecimento. Já Brum (2013) sinaliza subsunçor como um conceito já existente na estrutura cognitiva, capaz de servir como ancoradouro a uma nova informação, de modo que esta adquira significado para o sujeito. Assim, os subsunçores podem ser abrangentes e bem desenvolvidos ou limitados e poucos desenvolvidos e têm papel essencial para que ocorra a aprendizagem significativa (MOREIRA, 2011).

Na ausência de subsunçores, Ausubel, Novak e Hanesian (1980), recorrem à definição de *aprendizagem mecânica*, tratando-a como necessária, sempre que o estudante adquire informação em uma área completamente nova para ele. Nesse processo, alguns elementos do conhecimento relevantes à essa nova informação adquirida irão fazer parte da estrutura cognitiva do sujeito e logo irão servir de subsunçores de forma pouco elaborada. No entanto, de acordo com Moreira (2011), para que ocorra aprendizagem significativa, existem condições que devem ser levadas em consideração: a primeira está relacionada ao material utilizado pelo professor, que deve ser potencialmente significativo, relacionável à estrutura cognitiva do aprendiz, ter um significado lógico, isto é, que seja conceitualmente coerente e plausível. Além disso, é preciso que o sujeito tenha disponível em sua estrutura cognitiva conhecimentos que atuem como subsunçores para relacionar as novas informações; a segunda condição está relacionada ao sujeito aprendiz, este deve apresentar disposição para aprender significativamente, ou seja, o tipo de aprendizagem está relacionado a intenção do aprendiz.

Ainda, no contexto da TAS, é importante citar a *teoria de assimilação*, processo no qual as novas informações e os subsunçores já existentes na estrutura cognitiva sofrem modificações. Após a interação do novo conhecimento com os subsunçores se inicia o estágio denominado *assimilação obliteradora* (MOREIRA, 2011). O autor define então três tipos de aprendizagem: *subordinada*, *superordenada* e *combinatória*. Lara e Souza (2009) *apud* Moreira (1999) conceituam-nas como: aprendizagem



*subordinada* aquela em que a nova ideias é mais específica e abarcada por elementos mais gerais já pertencentes ao sistema cognitivo do sujeito, aqui a assimilada está abaixo daquela que lhe serve de ancoradouro; aprendizagem *superordenada* quando a nova ideia é mais geral, abarcando vários elementos específicos preexistentes no sistema cognitivo do aprendiz, aqui o conceito está acima daqueles que lhe serviram de ancoradouro, essa aprendizagem abarca-as, ordenando-as, organizando-as; a aprendizagem *combinatória* ocorre se a nova informação não puder ser abarcada por elementos mais gerais e nem puder abarcar elementos específicos já disponíveis na estrutura cognitiva do aprendiz.

Relacionada à aprendizagem subordinada e superordenada tem-se a *diferenciação progressiva*, que está ligada à aprendizagem subordinada e a *reconciliação integrativa* que está ligada à aprendizagem superordenada. Ausubel, Novak e Hanesian (1980) as definem como:

Diferenciação progressiva – Quando os assuntos são programados de acordo com os princípios da diferenciação progressiva, as ideias mais gerais e mais inclusivas da disciplina são apresentadas em primeiro lugar. São então progressivamente diferenciadas, em termos de detalhe e especificidade.

Reconciliação integrativa – O princípio da reconciliação integrativa da estrutura cognitiva quando obtido por meio da programação de materiais instrucionais pode melhor ser descrito como antitético à prática usual dos escritores de livros- texto de compartimentalizar e segregar ideias e tópicos particulares dentro dos seus respectivos capítulos ou sub-capítulos [...] Também admite que todas as referências cruzadas necessárias de idéias relacionadas podem ser, e habitualmente são, desempenhadas pelos alunos (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p. 159-161).

Bernardelli (2014) aponta que a diferenciação progressiva é a hierarquização dos conceitos mais gerais e inclusivos, passando pelos conceitos intermediários até chegar aos mais específicos, já a reconciliação integrativa é a demarcação de similaridades e semelhanças entre ideias ou conceitos correlatos.

Para a verificação de uma compreensão eficaz de um conceito ou proposição há a necessidade de que os significados sejam claros, precisos, diferenciados e que também sejam transferíveis. Uma maneira de evidenciar a aprendizagem significativa é trabalhar com problemas, questões de forma inovadoras no sentido de não serem iguais ou similares a exemplos já trabalhados (MOREIRA, 2011). O teste para

evidenciar a compreensão dever ser enunciado de formas diferentes, não somente o enunciado, mas o contexto a ser utilizado. A verificação de Aprendizagem Significativa ainda pode ser evidenciada por meio do uso de mapas conceituais. Para Moreira (1997) os mapas conceituais são:

[...] diagramas indicando relações entre conceitos, ou entre palavras que usamos para representar conceitos. [...] Embora normalmente tenham uma organização hierárquica e, muitas vezes, incluam setas, tais diagramas não devem ser confundidos com organogramas ou diagramas de fluxo [...] Mapas conceituais são diagramas de significados, de relações significativas; de hierarquias conceituais, se for o caso. Isso também os diferencia das redes semânticas que não necessariamente se organizam por níveis hierárquicos e não obrigatoriamente incluem apenas conceitos. [...]. Muitas vezes utiliza-se figuras geométricas, elipses, retângulos, círculos -- ao traçar mapas de conceitos, mas tais figuras são, em princípio, irrelevantes [...] (MOREIRA, 1997, p. 1-2).

O uso de mapas conceituais pode se dar em diferentes contextos, seja para sintetizar informações, explicar um conjunto de informações e, no contexto educacional, pode ser utilizado para evidenciar a aprendizagem dos alunos de determinado bloco de conteúdos. Na pesquisa a que nos referimos neste artigo foi feito o uso de mapas conceituais para inferir sobre a aprendizagem significativa de alunos e de conceitos matemáticos na construção de maquetes de casas.

#### 4 ASPECTOS METODOLÓGICOS

Esta investigação tem como foco a aprendizagem de alunos no ato de construir e elaborar maquetes, sendo o olhar dos pesquisadores voltados para uma prática que pode possibilitar a aprendizagem significativa com o uso de modelos matemáticos, em particular relacionados às Geometrias. Considerando as informações dessa pesquisa e o modo como foi conduzida há a preocupação com a qualidade dos resultados, influenciada diretamente pelo processo. Assim, optamos pela pesquisa qualitativa que, de forma geral, está voltada para a qualidade da compreensão dos dados se não para a quantidade.

Lüdke e André (1986, p. 11-13) apresentam cinco características para configurar uma pesquisa qualitativa:

O ambiente natural como fonte direta de dados e o pesquisador como seu principal instrumento [...] Os dados são predominantemente descritivos; [...] A preocupação com o processo maior que com o produto; [...] O significado é foco de atenção [...] A análise dos dados por processo indutivo.

A pesquisa é considerada como qualitativa na medida em que atende aos pressupostos indicados por Lüdke e André (1986), pois o ambiente natural dos alunos é a fonte direta de dados e por meio do contato do pesquisador com os alunos a situação investigada. Os dados coletados por meio de entrevistas são predominantemente descritivos, relacionados ao trabalho realizados pelos alunos, dos conceitos utilizados, dos conhecimentos mobilizados, antigos ou novos.

O pesquisador se interessa aqui pela investigação da aprendizagem que se manifesta na atividade dos alunos durante a construção de maquetes de casas. A preocupação se dá, a todo o momento, com o processo de elaboração/construção das maquetes de casas, visto que é em relação a este processo que objetivamos olhar para a aprendizagem dos conceitos matemáticos, em particular de conceitos da Geometria. De modo geral, a investigação pode ser considerada como uma tentativa de capturar a perspectiva dos alunos sobre os conceitos matemáticos, o uso de modelos matemáticos e os conhecimentos mobilizados na atividade, foco da investigação.

A coleta de dados se deu no segundo semestre de 2016 em uma turma do segundo ano do curso de Licenciatura em Matemática, de uma Universidade Pública do norte do Paraná, com uma amostra de doze alunos de uma disciplina de Geometria, cuja ementa contempla os estudos de geometria plana, geometria espacial e tópicos de geometria não euclidiana. A escolha da disciplina e da turma se deu devido a um projeto proposto pelo professor da disciplina que visa trabalhar com a elaboração/construção de uma maquete e a reflexão sobre os conceitos matemáticos que são mobilizados durante a execução do mesmo.

Para o desenvolvimento da pesquisa empírica foram coletados termos de consentimento livre e esclarecido dos alunos da disciplina e do professor responsável.

As informações levantadas foram coletadas por meio de entrevistas semiestruturadas<sup>1</sup> e da elaboração de mapas conceituais. Os dados foram coletados com doze alunos dispostos em cinco grupos, sendo que cada grupo elaborou uma maquete durante a referida disciplina. Para avaliação sobre a ocorrência da Aprendizagem Significativa, segundo Novak e Gowin (1984), em uma entrevista “É difícil explorar todos os elementos relevantes da estrutura cognitiva”, então após o desenvolvimento da atividade na qual elaboraram/construíram uma maquete e após as entrevistas, foi solicitada aos alunos a construção de um mapa conceitual, de acordo com os pressupostos da TAS<sup>2</sup>.

Coletados os dados, iniciamos a análise sobre a aprendizagem dos conceitos matemáticos, para tanto utilizamos as questões específicas: quais modelos matemáticos são utilizados na construção de maquetes? Quais conceitos matemáticos estão associados ao uso destes modelos matemáticos? Como ocorre o uso destes conceitos pelos alunos na construção da maquete? É possível identificar a mobilização de aprendizagem significativa de conceitos de Geometria no desenvolvimento da atividade de construir maquetes de casa? Como ocorre a construção da maquete tornando-se um possível material potencialmente significativo?

Todos os procedimentos adotados nesta pesquisa atendem aos Critérios da Ética em Pesquisa com Seres Humanos conforme Resolução 196/1996 do Conselho Nacional de Saúde e reafirmamos que nenhum dos procedimentos utilizados oferece riscos a dignidade dos participantes da pesquisa, além dos princípios constantes da Declaração de Helsinki. O detalhamento das ações e da responsabilidade e compromisso para o uso, guarda e divulgação dos dados e arquivos da pesquisa

---

<sup>1</sup> A entrevista era composta de aproximadamente 18 questões, as quais foram validadas por dois professores da área de Educação Matemática (um professor Doutor em Educação Matemática e um professor Mestre em Educação Matemática, ambos com experiência na área de modelagem matemática).

<sup>2</sup> Como os sujeitos da pesquisa não tinham conhecimento sobre mapas conceituais, foi elaborada uma aula pelo primeiro autor deste artigo a fim de instruir os alunos na construção de mapas conceituais, foram utilizadas duas aulas.



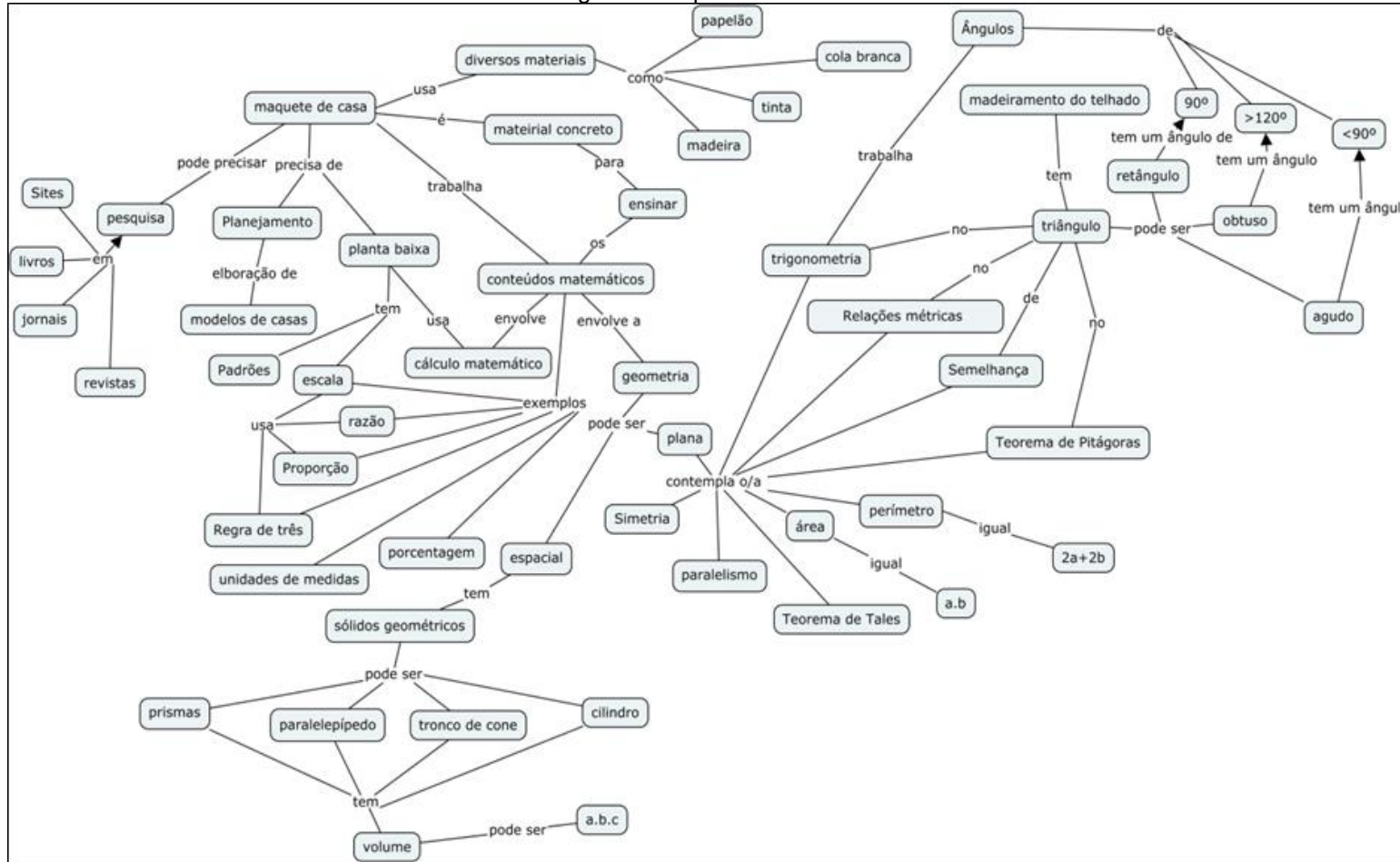
<https://www.faccrei.edu.br/revista>

constaram do termo de consentimento livre e esclarecido assinado pelos participantes da pesquisa.

## 5 ANÁLISE DOS DADOS

Para facilitar o processo analítico os grupos ( $G_n$ , com  $n$  variando de 1 a 5) de alunos ( $A_m$ , com  $m$  variando de 1 a 12) foram codificados: o grupo 1 foi chamado de G1 (A1 e A2), grupo 2 de G2 (A3 e A4), grupo 3 de G3 (A5 e A6), grupo 4 de G4 (A7, A8 e A9) e grupo 5 de G5 (A10, A11 e A12). Após a coleta de dados em forma de entrevista com gravação de áudio (primeiro momento da coleta de dados), passado uma semana, foi realizada outra coleta de dados (segundo momento) que aconteceu por meio de construção de mapas conceituais. A fim de facilitar a análise dos dados foi elaborado um mapa conceitual que serviu aos pesquisadores de referência para condução das análises (Figura 1). Este mapa foi elaborado pelos pesquisadores com a avaliação do professor da disciplina em que ocorreu a coleta de dados, sendo que o mesmo também coordenado o projeto anual relacionado à construção de maquetes para o ensino e a aprendizagem de conceitos matemáticos.

Figura 1: Mapa de referência



Fonte: Os Autores.

Moreira (1997) relata que não existe o mapa correto. Portanto, a intenção com o mapa de referência é o que se deseja que os alunos identifiquem por meio da construção da maquete, uma vez que o mapa de referência apresentado não expressa todas as relações existentes envolvidos nos conceitos. A partir do mapa de referência foram elencados os números de representações dos objetos matemáticos dos alunos, a quantidade de conceitos matemáticos e quais eram eles, a porcentagem de conectores que faltaram em relação ao total de ligações existentes, por exemplo, se no mapa do aluno haviam 12 ligações deveriam ter 12 conectivos, porém se tivesse 10, faltariam 2 e esses dois na tabela foi transformado em porcentagem referente a ausência de conectivos (Quadro 1).

Quadro 1: Dados dos mapas dos alunos em relação ao mapa conceitual de referência

Aluno (A) /Grupo (G)	Número de representações (%)	Quantidades de conteúdos matemáticos (%)	Números de conectivos (%)
A4G2	27,27	20	22,86
A5G3	39,28	20	57,14
A3G2	38,19	35	45,00
A2G1	38,19	25	22,86
A11G5	23,64	15	22,86
A10G5	32,73	05	25,71
A7G4	22,73	20	37,00
A12G5	16,36	15	25,71
A6G3	43,64	35	51,43

Fonte: Os autores.

Pela a coleta dos dados, seja ela na forma de entrevista ou na construção de mapa conceitual, foi possível perceber a diversidade de conteúdos matemáticos que se possa trabalhar no ato de construir/elaborar a maquete ou até mesmo dar uma aula sobre a maquete pronta. Desta forma, entendemos que o uso de maquete pode contribuir para a Aprendizagem Significativa de conceitos, isso porque percebe-se que há um significado lógico em trabalha-la na disciplina de Geometria.

Com relação aos conteúdos que podem ser trabalhados na construção de maquetes os alunos sinalizam:

A4G2: Adição, subtração, multiplicação, divisão, porcentagem, fração, geometria plana e espacial, proporção e dependendo da casa da pra usar até funções para fazer parábolas, angulação, pode trabalhar questões monetárias de custo de materiais.



A11G5: Ensinar teorema de Pitágoras [...], escala, acho que entra também outro também, que por ser, pelo telhado dá para colocar geometria espacial aqui, relação de Euler, por exemplo. (Fala dos alunos durante a entrevista)

Com essas falas é possível perceber que a maioria dos conteúdos citados pelos alunos é direcionada para o Ensino Fundamental, no qual é citado por Paraná (2008), ou seja, “conceitos da geometria plana: [...], cálculos geométricos: perímetro e área [...]; geometria espacial: [...], geometria analítica: [...]”. Contudo nada impede que a maquete seja utilizada para trabalhar conceitos do Ensino Médio, como já citado por alunos na entrevista, ou até mesmo em Ensino Superior.

Ausubel, Novak e Hanesian (1980) sinalizam que os conteúdos escolares possuem significado lógico quase que por definição, assim, desta forma, alguns dos conteúdos matemáticos escolares são contemplados na construção da maquete o que faz com que ela satisfaça esta condição e torne um material potencialmente significativo.

Na maquete ainda é possível encontrar modelos e modelos matemáticos desde sua construção até a sua totalidade, quando da finalização. O primeiro modelo matemático encontrado na construção da maquete foi a planta baixa feita pelos alunos. Por meio da entrevista percebeu-se que todos os alunos dos grupos responderam que fizeram a planta baixa e até citaram a planta alta. A construção da planta baixa está associada à criação de modelos matemáticos e está intrinsecamente ligada à cálculos matemáticos, desta forma a planta baixa passa a ser um modelo matemático conforme definido por Almeida, Silva e Vertuan (2012).

Um modelo que não pode deixar de ser evidenciado é a própria maquete construída, na qual em cima dela é possível fazer simulações e trazer para o mundo real, além de fazer algumas relações matemáticas sobre dela. Ainda em relação à planta baixa, relacionado a ela está o conceito de escala e juntamente com este as definições de razão e proporção, as quais foram citadas por diversos grupos entrevistados e constaram dos mapas conceituais construídos.

Outros modelos citados pelos alunos na entrevista foram volume que envolve o conceito de objetos com três dimensões ( $a.b.c$ ), área que tem como conceito medidas de uma superfície, determinada por duas dimensões ( $a.b$ ), perímetro que é a soma dos lados da figura (retângulo:  $2a + 2b$ ), teorema de Pitágoras ( $a^2 = b^2 + c^2$ ). Esses modelos matemáticos recaem nas definições apresentadas por Almeida, Silva e Vertuan (2012).

Analisando as entrevistas dos alunos foi possível perceber que alguns deles pesquisaram, buscaram conhecimentos relacionados ao tema, fato que mostra a disposição em querer aprender, sendo umas condições necessárias para que haja uma Aprendizagem Significativa. Segundo Moreira (2011) esta é a segunda condição e está relacionada ao sujeito aprendiz, em que se deve apresentar disposição para aprender significativamente, ou seja, o tipo de aprendizagem está relacionado à intenção do aprendiz.

Durante a entrevista, a disposição de aprender dos alunos foi evidenciada por meio de uma questão sobre a existência de algum conteúdo matemático que necessitou de pesquisa ou aprofundamento para ser usado no desenvolvimento da maquete:

A7G4: Sim, foi pesquisar principalmente sobre escala. É que eu não tinha muito conhecimento sobre a escala, [...].

A10G5: Tem... A escala, por exemplo, a gente não sabia como calcular.

A6G3: Bom, creio que a partir do biodigestor, você consegue, que também faz, queira quer não, faz parte da casa, você consegue trabalhar questão funções [...]. (Fala dos alunos durante a entrevista)

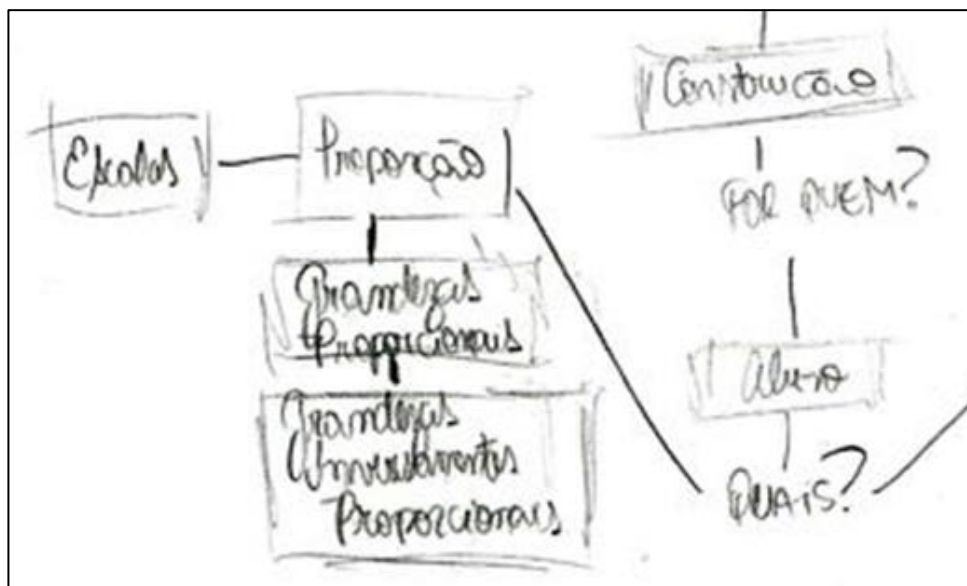
Os subsunçores relacionados aos conceitos de escala, paralelismo e volume ficaram evidentes no discurso dos alunos. Começando pelo conceito de volume foi possível perceber que o subsunçor para a maioria dos alunos foi *líquido*, ou seja, quando os alunos aprendem conceito de volume, sempre utilizam líquidos (exemplo água) para representar algo que ocupa espaço. No que tange ao conceito de escala, os alunos apresentaram como os principais subsunçores: *representação*, *relação*,

*razão e proporção*. Os alunos do grupo G5 foram os que mais se aproximaram da definição apresentada na literatura por Biembengut e Hein (2011) em que escala é um processo de diminuir ou aumentar um desenho sem alterar sua forma.

Com essas informações confirma-se que os subsunçores variam de pessoa para pessoa (MOREIRA, 2011), e esse fato também fica evidente quando se verifica o mapa de referência com os mapas dos alunos. O conceito de paralelismo ficou evidente no discurso dos alunos dos grupos G2, G3 e G5, enquanto no grupo G1 e G4 os alunos apresentaram ausência de subsunçores. Para os grupos que não souberam responder, percebemos indícios de uma aprendizagem memorística, uma vez que esse conteúdo é visto em anos anteriores do curso de graduação e nos outros anos de escolaridade. Podemos dizer que esta aprendizagem memorística é um tipo de aprendizagem mecânica no qual o sujeito aprende novas informações, com pouca ou nenhuma interação com conceitos relevantes na estrutura cognitiva (subsunçores), onde é armazenada de forma arbitrária, sem a relação entre elas.

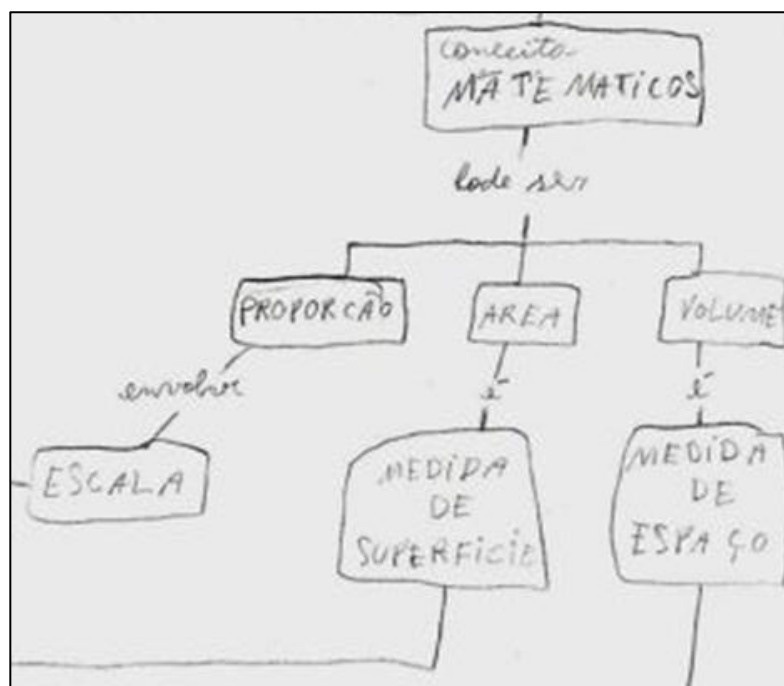
Como os mapas conceituais podem indicar a ocorrência de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa, então, durante as análises dos mapas buscamos evidenciar essas ocorrências. Somente dois mapas conceituais (A6G3 e A5G3) evidenciaram sinais de reconciliação integrativa. O aluno A6G3 trabalhou duas representações de grandezas, uma proporcional e a outra como inversamente proporcional. O outro aluno, A5G3, trabalhou duas representações de medidas, uma de superfície e uma de espaço.

Figura 2: Fragmento do mapa do aluno A6G3, no qual evidencia a reconciliação integrativa



Fonte: Os autores.

Figura 3: Fragmento do mapa do aluno A5G3, no qual evidencia a reconciliação integrativa



Fonte: Os autores.

Segundo Ausubel, Novak e Hanesian (1980), a Aprendizagem Significativa ocorre por meio da diferenciação progressiva e reconciliação integradora entre os conceitos. Portanto, a partir da análise dos mapas percebemos que para esses alunos a Aprendizagem Significativa se mostrou mais acentuada do que para os demais. A construção da maquete nas aulas de Geometria pode-se justificar por caracterizar-se como material potencialmente significativo quando trabalhada com uma teoria de aprendizagem (no caso aqui a Teoria de Aprendizagem Significativa) e também devido ao fato de contemplar os diversos conteúdos específicos de Geometria.

## 6 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS E CONSIDERAÇÕES FINAIS

A fim de investigar a aprendizagem de conceitos matemáticos no desenvolvimento e na construção de maquetes de casas evidenciamos elementos da Teoria de Aprendizagem Significativa a partir do trabalho de doze alunos em um curso de Licenciatura em Matemática na construção de maquetes de casa em uma disciplina

de Geometria. Utilizamos da modelagem matemática na Educação Matemática para tecer considerações sobre modelos matemáticos trabalhados por meio da construção de uma representação da realidade.

Ficou evidente na pesquisa que alguns alunos na hora da entrevista relataram um número maior de conteúdos matemáticos do que em relação ao mapa conceitual construído. É o caso da aluna A10G5, que na entrevista citou a relação de Euler, teorema de Pitágoras, escala, figuras planas, área, perímetro, já no mapa conceitual apresentou dois conceitos: desenho geométrico e geometria plana.

A análise delineada permitiu inferir que a maquete pode ser utilizada como um material potencialmente significativo, por ter um significado lógico, no qual é possível trabalhar conceitos matemáticos, com direcionamento para a Geometria. Em resposta a quais modelos matemáticos são utilizados na construção de maquetes, neste caso, são evidentes a planta baixa, o uso de expressão de cálculo de área, perímetro, volume, o uso do teorema de Pitágoras e a maquete já construída são os modelos matemáticos e estão associados a conceitos de escala, razão e proporção.

A pré-disposição para aprender aliada a mobilização de subsunçores para acoplar novos conceitos, bem como a ocorrência de aprendizagem memorística foi evidenciada nas análises. Em alguns grupos, como por exemplo, no grupo G1 e G4. A ausência de subsunções não permitiu que os grupos respondessem a pergunta relacionada a paralelismo, conteúdo aprendido em ano anterior, caracterizando, assim, uma aprendizagem mecânica.

Nos mapas conceituais, encontrou-se diferenciação progressiva em todos os mapas, mas de forma *sucinta* quando direcionada para conceitos matemáticos. Em dois mapas encontrou-se indícios de reconciliação integrativa, o qual nos permite dizer que para esses alunos (A5G3 e A6G4) a Aprendizagem Significativa ficou em evidência.

Em resposta a pergunta norteadora, concluímos que a aprendizagem de conceitos matemáticos na construção de maquetes de casas ocorre de forma significativa para alguns alunos e de forma memorística para outros e que os fatores relacionados a estes diferentes resultados são diretamente relacionados aos

conteúdos aprendidos, as aprendizagens ocorridas no decorrer da escolarização dos alunos, além da motivação para as novas aprendizagens.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L. M. W.; SILVA, K. P.; VERTUAN, R. E. *Modelagem Matemática na Educação Básica*. São Paulo: Contexto, 2012.

AMARANTE, A. R. S.; ALVARENGA, L. A.; VASCONCELOS, M. W.; CALABREZI, S.; TOSO, R.; Mathei, C. A. G. A Utilização de maquetes no ensino de disciplinas do curso de Tecnologia em Logística do Centro Paula Souza. In: *III FATECLOG, 2012*, Guaratinguetá. SP. III FATECLOG, 2012.

ARAÚJO, J. L. Uma abordagem sócio-crítica da modelagem matemática: a perspectiva da educação matemática crítica. *Alexandria revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, v. 2, n. 2, p. 55-68, jul. 2009.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. *Psicologia Educacional*. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BERNARDELLI, M. S. *A Interdisciplinaridade educativa na contextualização do conceito de transformação química em um curso de ciências biológicas*. Londrina, 2014

BIEMBENGUT, M. S.; HEIN, N. *Modelagem matemática no ensino*. 5. ed. São Paulo: Contexto, 2011.

BRASIL. Ministério da Educação. *Parâmetros Curriculares Nacionais*. Brasília: MEC, 1997.

BRUM, W. P. O teorema de Tales por meio da utilização de maquetes sob a ótica da teoria da aprendizagem significativa: contribuições para o ensino de matemática. *Laboratório de Pesquisa em Tecnologia da Informação e da Comunicação-LATEC/UFRJ & Grupo de Pesquisa em Ensino de Ciências e Educação Ambiental-GEA/UFRJ*. v. 4, n. 2, Jul./Dez. 2013.

BURAK, D.; ARAGÃO, R. M. R. *A modelagem matemática e relações com a aprendizagem significativa*. Curitiba: CRV, 2012.

CALABREZZI, S. C.; TOSO JUNIOR, R.; OSSADA, J. C. *Uso de Maquetes e dioramas no ensino técnico e tecnológico em unidades do Centro Paula Souza*, 2010.

CUNHA, A. G. da. *Dicionário Etimológico Nova Fronteira da Língua Portuguesa*. 2. ed. rev.e ampl. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1989.

D'AMBROSIO, U. Da realidade à ação: *Reflexão sobre a realidade (e) matemática*. São Paulo: Summus Editorial, 1986.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. *Métodos de Pesquisa*. Porto Alegre: UFRGS, 2009.

GOWIN, D. B. *Educating*. Ithaca, NY, Cornell University Press, 1981.

HOUAISS, A.; VILLAR, M. S. *Dicionário Houaiss de Língua Portuguesa*. Rio de Janeiro: Objetiva, 2009.

KAISER, G.; B. SRIRAMAN. A global survey of international perspectives on modelling in mathematics education. *ZDM*, v. 38, n. 3, 302-310, 2006.

KLÜBER, T.; BURAK, D. Sobre a pesquisa em modelagem na educação matemática brasileira. *Revista Diálogo Educacional*, v.14, n. 41, p. 143-164, 2014.

LÜDKE, M., ANDRÉ, M. E. D. A. *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. São Paulo: EPU, 1986.

MOREIRA, M. A. *Aprendizagem Significativa*. Brasília: Universidade de Brasília, 1999.

MOREIRA, M. A. *Mapas conceituais e aprendizagem significativa*, 1997. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.pdf>. Acesso em: 8 Ago. 2016.

MOREIRA, M. A. *Mapas conceituais e aprendizagem significativa*. São Paulo: Centauro, 2010.

MOREIRA, M. A. *Teorias de aprendizagem*. 2. ed. ampl. São Paulo: EPU, 2011.

NOVAK, J. D. *Uma teoria de educação*. São Paulo: Pioneira, 1981. Trad. M. A. Moreira original *A Theory of education*, Cornell University Press, 1977.

NOVAK, J. D; GOWIN, D. B. *Aprendendo a aprender*. Cambridge: Cambridge University Press, 1984.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação do Paraná. Superintendência da Educação. *Diretrizes Curriculares da Educação Básica: Matemática*. Curitiba: SEED, 2008.

SILVA, E. S. da.; MARTIN, R. W. S.; BELINE, W. Modelagem matemática na construção de maquetes: trabalhando com sólidos geométricos. In: *XII EPREM* –





<https://www.faccrei.edu.br/revista>

*Encontro Paranaense de Educação Matemática*, 2014. Disponível em: <<http://sbemparana.com.br/arquivos/anais/epremxii/ARQUIVOS/RELATOS/titulos/RELA28.PDF>>. Acesso em 30 de mar. 2016.

SILVA, M. V. da. *et al.* A expressão gráfica no ensino da matemática por meio de maquete. In: *X Encontro Nacional de Educação Matemática*, 2010. Disponível em: <[http://www.gente.eti.br/lematec/CDS/ENEM10/artigos/RE/T14\\_RE1238.pdf](http://www.gente.eti.br/lematec/CDS/ENEM10/artigos/RE/T14_RE1238.pdf)>. Acesso em 21 de jun. 2016.

Recebido em: 11/02/2023.

Aprovado em: 23/03/2023.