

O ESTUDO DOS CONCEITOS DE RETÂNGULOS NA VISÃO DA MODELAGEM MATEMÁTICA COM O *SOFTWARE* AUTOCAD

THE STUDY OF RECTANGLES CONCEPTS IN THE VIEW OF MATHEMATICAL MODELING WITH AUTOCAD SOFTWARE

Denisson Almeida Novais
Universidade Estadual de Santa Cruz – UESC
denissonovais@hotmail.com

Flaviana Santos Silva
Universidade Estadual de Santa Cruz – UESC
fssilva@uesc.br

Resumo

O presente artigo, que é um recorte da dissertação de mestrado em Educação Matemática, tem como objetivo apresentar as contribuições que a Modelagem Matemática pode oferecer em relação à aprendizagem do conceito de área de retângulos, tendo como suporte tecnológico o *software* AutoCad de 10 sujeitos que estudavam no curso de Edificações e Informática em uma Instituição Federal do Sul da Bahia. A Metodologia dessa pesquisa perpassou por uma intervenção de ensino, composta por 11 encontros de 90 minutos cada, utilizando como referência as três fases da Modelagem Matemática proposta por Biembengut, definidas como: percepção e apreensão, compreensão e explicitação, significação e expressão. Para embasar o estudo, aborda-se as concepções de: Modelagem Matemática, proposta por Biembengut e Espiral de Aprendizagem, proposta por Valente. A fim de atingir o objetivo da pesquisa, adotou-se como instrumentos de coletas de dados: os trabalhos realizados pelos alunos, desenhos papel/lápis bem como no *software* AutoCad; diário de campo e audiogravações. Os resultados evidenciaram que além da importância de buscar novos métodos para se atingir êxito no processo de ensino e aprendizagem, permitiu-se aos alunos explorarem os conceitos de Áreas de Retângulos, de maneira dinâmica, significativa e como autores atuantes no processo de aprendizagem.

Palavras-chave: Modelagem Matemática; Área de Retângulos; AutoCAD; Autores atuantes.

Abstract

This article, which is a clipping of the Master's thesis in Mathematical Education, aims to present the contributions that Mathematical Modeling can offer in relation to learning the concept of rectangle area having as technology support the 10 subject AutoCad software that studied in the course of Buildings and Informatics in a Federal Institution of Southern Bahia. The methodology of this research went through a teaching intervention, composed of 11 meetings of 90 minutes each, using as reference the three phases of the Mathematical Modeling proposed by Biembengut,

defined as: perception and apprehension, comprehension and explicitation, meaning and expression. To support the study, we approach the concepts of: Mathematical Modeling, proposed by Biembengut and Learning Spiral, proposed by Valente. In order to achieve the research objective, the following instruments were adopted: data collection by students, paper / pencil drawings and AutoCad software; field diary and audio recordings. The results showed that in addition to the importance of searching for new methods to achieve success in the teaching and learning process, it allowed students to explore the concepts of Rectangle Areas in a dynamic, meaningful way and as active authors in the learning process.

Keywords: Mathematical modeling; Rectangle Area; AutoCAD; Acting authors.

INTRODUÇÃO

A necessidade de compreender o mundo, pode ser considerada uma das premissas para o desenvolvimento de um conhecimento. Acredita-se que a partir dessa necessidade, o homem buscou se apropriar de diversos conhecimentos, dentre eles os conhecimentos geométricos.

Apesar da insegurança de datar o período que se originou o estudo da geometria, Heródoto e Aristóteles acreditavam que a geometria tenha se iniciado no Egito, apesar de eles terem convicção que a geometria utilizada pela civilização egípcia possuía raízes mais antigas. Aristóteles considerava que uma classe sacerdotal, que se dava o desfrute de lazeres, tenha iniciado e conduzido o estudo da geometria. Por outro lado, Heródoto, presumia que este campo de estudo tenha surgido no Egito Antigo, pelo fato da necessidade prática de fazer novas medidas de terras após cada inundação anual no vale do rio Nilo. Isto justifica a etimologia da palavra geometria: Geo = terra e metria = medida, medida da terra. A inundação, por parte do rio Nilo, sobre os lotes fornecidos pelo rei aos egípcios, fazia desaparecer a marcação delimitada no ano anterior. Diante disso, os agricultores precisavam ir até o rei para relatar o ocorrido e assim o mesmo solicitava que seus homens encarregados nesta função, denominados de “estiradores de corda”, refizessem a delimitação da área, visto que, os agricultores desembolsavam um certo tributo pela extensão da terra utilizada (BOYER, 2010).

Este contexto histórico já seria uma justificativa suficiente para considerar essa proposta relevante, já que se nota que o conceito de área surgiu a partir da delimitação de terras e considerando que este é o contexto proposto nesta pesquisa, uma vez que os estudantes tiveram que pensar em um espaço (delimitação de espaço) para construção da planta baixa da casa. Contudo, a justificativa não perpassa pela questão histórica e sim por

três pontos.

O primeiro é que Área de Quadriláteros está presente em uma das unidades de conhecimento contida Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2018). O segundo, por entender que esse conteúdo poderá possibilitar uma conexão entre os saberes matemáticos e a realidade do aluno, propiciando a ocorrência de uma aprendizagem com significado para o discente. O terceiro ponto, é que a partir das observações feitas pelo autor, enquanto professor em sala de aula, foi possível notar que o enfoque dado por alguns docentes para o ensino de Área de Retângulos perpassa apenas em aplicação de fórmulas e algoritmos ou por métodos mecânicos que não fazem sentido para os alunos. Com isso, os alunos, na maioria das vezes, não conseguem aplicar o conteúdo de Área de Quadrilátero sem situações cotidianas.

Essa circunstância, resultante das observações do autor, contrapõem o que está retratado nas Orientações Curriculares para o Ensino Médio (OCEM) (BRASIL, 2006) quando orienta que: “[...]. Quanto ao trabalho com comprimentos, áreas e volumes, considera-se importante que o aluno consiga perceber os processos que levam ao estabelecimento das fórmulas, evitando-se a sua simples apresentação”. (BRASIL, 2006, p. 76).

Outrossim, a BNCC (BRASIL, 2018) retrata que o campo da geometria é muito amplo e rico, que deve ser melhor explorado e não reduzi-lo simplesmente “a mera aplicação de fórmulas de cálculo de área e de volume [...]”. (BRASIL, 2018, p.272). Mediante esse ponto, como uma das alternativas para a contextualização do ensino da Matemática, é que pode ocorrer a inserção da Modelagem como método para o estudo de conceitos, em especial os conceitos de Matemática, visto que se trata de um procedimento interessante, dinâmico, construtivo, direcionado à elaboração de diferentes modelos em diversas áreas de ensino, como Física, Química e Matemática, dentre outras. Embora sabendo da importância desse conteúdo no Ensino Básico, cabe salientar que neste artigo, será explicitada somente a construção do conceito de área de retângulos pelos sujeitos dessa pesquisa.

Nesse contexto, aliar as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) ao caminho metodológico que se propõem é considerável, pois estas produzem um ambiente investigativo ágil e ativo para todos os envolvidos no processo de ensino e aprendizagem.

Partindo das reflexões de Costa, Duqueviz e Pedrosa (2015), que se embasaram em

Kenski (1998), este trabalho considera as TDIC, as novas tecnologias. Visto que o termo TIC (Tecnologias de Informação e Comunicação) embora se reporte aos dispositivos eletrônicos e tecnológicos atuais, como computador, internet, *tablet* e *smartphone*, porém concebidas também tecnologias consideradas hoje como antigas, a saber: televisão, o jornal, mimeógrafo.

Desde os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) (BRASIL, 1998) as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC), em particular os *softwares*, são consideradas uma forte ferramenta para auxiliar no processo de conhecimento, já que estas tendem a possibilitar aos estudantes pensarem, refletirem e criarem soluções que possam contribuir no ambiente papel e lápis. Nessa perspectiva, a BNCC retrata que os *softwares* de geometria dinâmicos desenvolvem um papel fundamental para compreensão e a utilização das noções matemáticas.

Neste âmbito, a presente pesquisa adotou o *software* AutoCad¹ por ser um *software* que possibilita fazer a relação com o contexto real, proporcionando ao aluno desenvolver uma planta baixa de uma casa de forma dinâmica, onde ele precisará de vários conceitos básicos, tais como: escala, proporção, transformações de unidades, dentre outros. Em particular, área de retângulos que é o nosso objeto matemático.

REFERENCIAL TEÓRICO

Modelagem Matemática

A elaboração de um modelo perpassa por uma série de passos, que é denominado de Modelagem, Biembengut (2014). Para a autora a modelagem é um processo de pesquisa envolvido na composição de um modelo, de qualquer área do conhecimento, que passa pela atenção minuciosa da situação/problema a ser modelada, pela interpretação da experiência realizada e pela apreensão da essência do que produz. Nesse contexto, discussão em torno do que se trata a modelagem, Biembengut (2016, p. 49) apresenta o cerne desse processo quando diz que:

A essência da modelagem é primar sempre por novas combinações de coisas e

¹ AutoCad é um software desenvolvido pela empresa Autodesk, que contém um conjunto de ferramentas para auxiliar o desenvolvimento de **desenho técnico** em alguma área. Tudo que é fabricado ou construído, antes tem que ser desenhado e grande parte dos desenhos é desenvolvida no AutoCad.<
<https://www.autodesk.com.br/education/free-educational-software>>

leis já existentes. E a pessoa (o/a modelador/a) que realiza essas combinações seja motivada por caráter prático, encontrar meios para prever o curso dos acontecimentos e se possível, controla-lo, ou seja, por curiosidade de conhecer e compreender um fenômeno, o meio em que habita.

Mediante isso, entende-se que a Modelagem é um método utilizado para desenvolver um modelo em uma determinada área do conhecimento. Esse caminho aborda desde o planejamento, por meio do que já se conhece, até a consolidação do modelo. Com isso, ou seja, tendo conhecimento de que a Modelagem é o caminho metodológico envolvido na elaboração de um modelo em qualquer área, faz sentido falar em Modelagem Matemática.

Para Biembengut (2014, p.26), a Modelagem Matemática “é área de pesquisa voltada à elaboração ou criação de um modelo matemático não apenas para uma solução particular, mas como suporte para outras aplicações e teorias. O pesquisador na modelagem busca explicar um fato ou fenômeno”.

Para explicar um fato ou fenômeno, o modelador deve atuar de forma que perpassa pelas três fases utilizadas no desenvolvimento da Modelagem Matemática definidas por Biembengut (2014):

Fase 1: Percepção e Apreensão: A primeira fase da Modelagem. Procura-se perceber os entes envolvidos na situação-problema ou fenômeno. Na medida em que se percebe, se familiariza com os dados, a situação torna-se mais clara e apreende-se.

Fase 2: Compreensão e Explicitação: Esta fase, complexa e desafiante, subdivide-se em formulação do problema, formulação do modelo e resolução. Baseada em uma compreensão criteriosa da situação-problema ou fenômeno, busca-se, propor um sistema conceitual a fim de explicar os dados.

Fase 3: Significação e Expressão: Baseados nos resultados deduzidos da aplicação, efetuamos: a interpretação e a avaliação dos resultados e, na sequência, a verificação da adequabilidade e do quão significativa e relevante é a solução → validação. Se o modelo atender às necessidades que o geraram, procura-se descrever, deduzir ou verificar outros fenômenos ou deduções – mostrar sua significação.

Essas fases, segundo Biembengut (2014) se comunicam entre si, além de poder se movimentar à medida que for modelando. A fim de exemplificar este movimento, Biembengut (2014, p. 23) apresenta um esquema, como mostra a Figura 1.

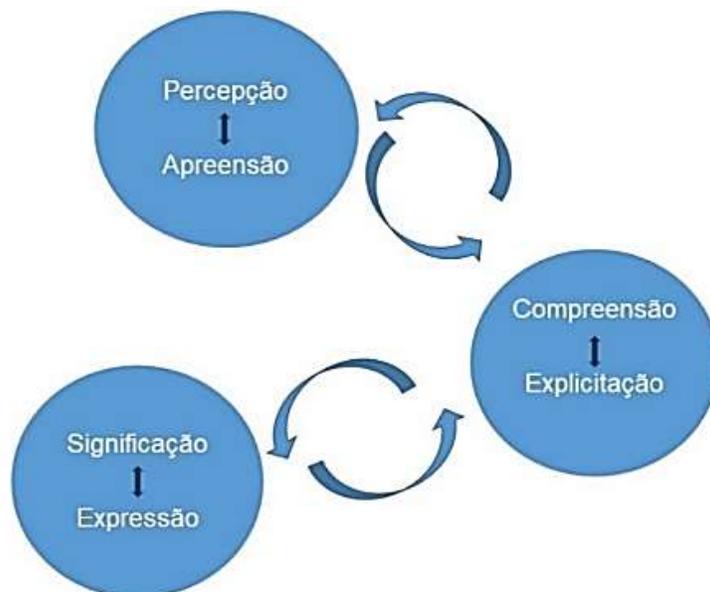


Figura 1 – Esquema de Movimento entre as fases
Fonte: Biembengut (2014, p. 23).

Os modelos físicos na Modelagem Matemática, para Biembengut (2016), pode ser: um desenho de duas ou três dimensões (imagem; mapas e desenhos animados); um molde (roupa, objeto) e um projeto de edificação (casa, ponte, e outros ambientes). Diante disso, tem-se que nesta pesquisa o modelo é físico, pois trata-se de um projeto de edificação de uma casa com o auxílio do *software* AutoCad.

Por tudo que foi dito, a Modelagem é um método de pesquisa e a sua composição permite criar laços entre o objeto matemático e as realidades vivenciadas pelos alunos, sendo assim, um componente teórico fundamental para a proposta desta pesquisa. Como hoje as tecnologias estão imersas na vida dos estudantes, faz todo sentido inserir as tecnologias com o processo de Modelagem, já que essa estratégia de pesquisa busca aproximar os conteúdos matemáticos à vivência dos estudantes. Nessa linha de pensamento, Valente diz:

Hoje o computador passou a fazer parte da lista de material que o aluno de graduação deve adquirir e o seu uso se tornou rotineiro em praticamente todas as atividades desde a produção de documentos, uso em sala de aula e em laboratório, consulta a banco de dados comunicação entre alunos e aluno-professor e desenvolvimento das disciplinas Valente (1997, p.7).

Esse pensamento de Valente é atemporal, pois foi direcionado para realidade em

1997, mas de forma bem tranquila é válida para os dias atuais com algumas adaptações, como por exemplo: ampliação do computador para as TDIC e o público que não é só o aluno de graduação, mas sim da Educação Básica.

As Tdic na Modelagem Matemática

Para auxiliar na construção da planta baixa com o propósito de criar um modelo a fim de estudar conceitos de matemática, em particular Área de Retângulos, há uma inserção do computador, especificamente, o *software* AutoCad, como uma ferramenta educacional. Segundo Valente (2005), usar o computador para fins educacionais, possibilita os estudantes, através do manuseio, revelar seu pensamento de forma mais clara, objetiva e precisa.

Nessa perspectiva, o pesquisador percebeu que há possibilidade do *software* AutoCad ser uma ferramenta com potencialidades para a construção da planta baixa com intuito de estudar Área de Retângulos. Diante disso, introduziu-o no processo, mais especificamente na segunda fase da modelagem.

Ao ler este parágrafo, o leitor pode se perguntar por que a segunda fase. A explicação para essa pergunta está na ideia central: o uso do *software* para a construção do modelo de planta baixa.

Essa combinação entre a Modelagem e o uso da ferramenta computacional vai além da simples ideia de que esse instrumento serve como apoio no processo de aquisição do conhecimento, pois para Valente (1999), a modelagem, assim como na atividade de programação, exige uma relação considerável entre a definição e a representação computacional da situação e por isso ocorrem as mesmas fases do ciclo descrição-execução-reflexão-depuração-descrição.

Esse ciclo, segundo Valente (2005), começa na tentativa do aluno em solucionar uma situação partindo da ação de **descrever** a elucidação no *software*. Esse, por conseguinte, **executa** a tarefa, cujos resultados possibilitarão ao aluno **refletir** sobre as informações oferecidas na ação anterior. Após a reflexão o discente pode **depurar** o que foi produzido, ou seja, avaliar o que foi produzido, o que condiz com a essência da terceira fase da Modelação, que se trata de interpretar e avaliar os resultados para gerar um modelo e representá-lo. Essa concepção de ciclo de ações, apontada por Valente (1999; 2005), está ilustrada na Figura 2.



Figura 2 – Ciclo de Aprendizagem
 Fonte: Silva (2006), adaptado de Valente (2005).

Essa perspectiva cíclica apontada por Valente (2005) é vista como válida para esta pesquisa até porque neste estudo a interação dos estudantes com o computador percorrerá este caminho. A saber: no primeiro momento o estudante descreve o problema, que nesse caso é construir uma planta baixa, em seguida coloca em prática o que foi pensado, ou seja, faz a execução. Posteriormente, analisa o que foi construído, por conseguinte, desenvolve correções dos defeitos. Após, representa o modelo construído.

Salva estrutura cíclica, é necessário que a construção do conhecimento aconteça sem intervalo, pois ocasionaria a não evolução do processo. Partindo disso, Valente (2005) complementa que,

A cada ciclo completado, as ideias do aprendiz deveriam estar em um patamar superior do ponto de vista conceitual. Mesmo errando e não atingindo um resultado de sucesso, o aprendiz deveria estar obtendo informações que são úteis na construção de conhecimento. Na verdade, terminado um ciclo, o pensamento não deveria ser exatamente igual ao que se encontrava no início da realização desse ciclo. Assim, a ideia mais adequada para explicar o processo mental dessa aprendizagem, era a de uma espiral (VALENTE, 2005, p.66).

Esse pensamento do autor relata que é imprescindível a não interrupção do movimento cíclico no processo de aprendizagem e que o erro são informações relevantes na construção do conhecimento. A Figura 3 descreve como esse movimento acontece.

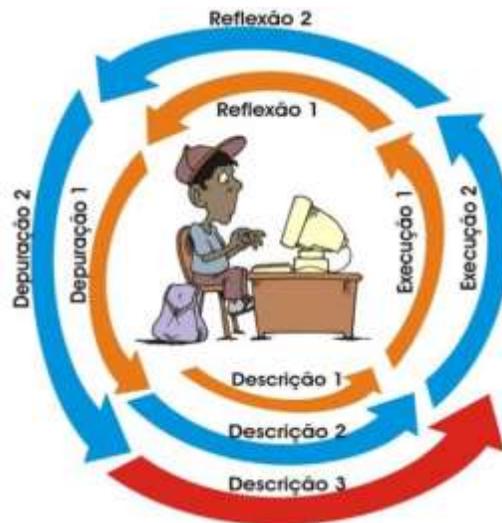


Figura 3 – Espiral da Aprendizagem
 Fonte: Silva (2006), adaptado de Valente (2005).

Nota-se na figura uma relação direta entre o ciclo de ações e a espiral de aprendizagem, ou seja, a medida que o ciclo se desenvolve a espiral consequentemente cresce.

REFERENCIAL METODOLÓGICO

O presente estudo apresenta um carácter qualitativo de aspecto investigativo. Isto porque percebe-se peculiaridades que condizem com as características que a classifica como tal. Essas características são propostas por Bogdan e Biklen (1994), a saber: a fonte direta dos dados é o ambiente natural e o investigador é o principal agente na recolha desses mesmos dados; os dados que o investigador recolhe são essencialmente de carácter descritivo; os investigadores que utilizam metodologias qualitativas interessam-se mais pelo processo em si do que propriamente pelos resultados; a análise dos dados é feita de forma indutiva; e o investigador interessa-se, acima de tudo, por tentar compreender o significado que os participantes atribuem às suas experiências.

Além de compreender que esta pesquisa apresenta um carácter qualitativo investigativo, trata-se também de um estudo de caso, pois segundo Bogdan e Biklen (1994, p.89), baseando-se em Merriam (1988), “o estudo de caso consiste na observação detalhada de um grupo, ou contexto, ou indivíduo, de uma única fonte de documentos ou de um acontecimento específico”.

A fim de apresentar as contribuições que a Modelagem Matemática pode oferecer em

relação à aprendizagem do conceito de área de quadriláteros tendo como suporte tecnológico o *software* AutoCad de 10 sujeitos que estudavam no curso de Edificações e Informática em uma Instituição Federal do Sul da Bahia, traçou-se como caminho metodológico uma sequência de ensino baseada nas três fases da Modelagem Matemática, inserido o *software* AutoCad nesse processo.

A intervenção aconteceu em 11 encontros, cada um durou 90 minutos, no laboratório de informática e permeou as três fases da Modelagem Matemática propostas por Biembengut (2014): percepção e apreensão, compreensão e explicitação, significação e expressão.

No desenvolvimento da primeira fase da Modelagem, de percepção e apreensão, foram utilizados três encontros. Nessa etapa foi proposto aos alunos que fizessem uma pesquisa sobre diversas Plantas Baixas, principalmente no que diz respeito à importância dessa na construção civil. Após os alunos disporem de informações sobre plantas baixas, foi solicitado que os discentes socializassem o levantamento e em seguida construíssem um primeiro esboço: um desenho de planta baixa de uma casa em uma folha de papel quadriculada fornecida pelo pesquisador.

O desenvolvimento da segunda fase, que trata da compreensão e explicitação da Modelagem, envolveu seis encontros. Nesse momento os sujeitos tiveram contato com o objeto matemático e com o *software* AutoCad. Os estudantes sabiam do que se tratava a ferramenta em questão, mas não sabia manipulá-la, logo, fez-se necessário disponibilizar um encontro para explicação dos comandos necessários para a construção da planta baixa. Essa realidade possibilitou aos estudantes determinarem e construirem a planta baixa para ser validada ou não.

A terceira fase, de significação e expressão da Modelagem, aconteceu nos outros dois encontros. No primeiro encontro dessa fase, foi direcionado para que os estudantes realizassem uma análise crítica do seu projeto. O segundo encontro, tratou das apresentações e discussões para validação ou não do modelo.

As construções realizadas pelos alunos foram identificadas pela inicial da palavra estudante em maiúscula, acompanhada do número 1. A seguir será apresentada a análise e discussão dos resultados. Para este momento selecionamos algumas partes para serem expostas, visto que o selecionado compreende uma amostra significativa da dissertação.

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Para este momento, foram estabelecidas duas categorias de análise a priori: Apropriação e Explanação e em seguida Significação e Expressão. A primeira está relacionada: à familiarização dos estudantes com a planta baixa; com a construção de uma planta baixa, tanto no papel quadriculado quanto no software AutoCad; e ao estudo do Conceito de Área de Retângulos. Diante disso, percebe-se que esta seção engloba as duas primeiras fases da Modelagem na Educação proposta por Biembengut (2014): Percepção e Apreensão; Compreensão e Explicitação. E a segunda, visa validar ou não os modelos desenvolvidos pelos os estudantes.

Apropriação e Explanação

Nessa categoria, foram analisados, pelos extratos das pesquisas realizadas pelos estudantes, indicativos que caracterizam a relação da construção da planta baixa com a exploração do conceito de área de Retângulos. Antes dos estudantes iniciarem a construção do modelo, que serão discutidos no decorrer desta categoria, houve uma fala do pesquisador (P) sobre o tema proposto. Essa fala do pesquisador está dentro de um contexto maior, que foi um seminário desenvolvido e apresentado pelo próprio pesquisador a fim de explicitar a pesquisa e introduzir o modelo que seria construído. A escolha do tema não partiu de uma discussão em sala de aula, até porque não teria sentido, pois no ato da inscrição os estudantes ficavam sabendo que se tratava da construção de planta baixa com o AutoCad.

Apesar dos estudantes terem a ideia de que iriam construir uma planta baixa, eles não compreendiam a importância de um projeto arquitetônico, e foi nesse contexto que gerou a discussão em sala para chegar à familiarização com o tema.

A percepção do tema foi iniciada com os estudantes realizando uma pesquisa na internet no laboratório sobre a importância da planta baixa na construção civil. Passados 20 minutos, o pesquisador indagou os estudantes:

P: Mediante a pesquisa que vocês acabaram de realizar, a planta baixa é importante para construção civil? Por quê?

E7: Sim, porque como o senhor bem disse, uma boa construção civil perpassa por um bom planejamento e a planta baixa faz parte do planejamento.

Mediante esse diálogo que ocorreu no laboratório, nota-se que os estudantes

começaram a perceber a relevância de um projeto arquitetônico.

Posterior a esse momento, o pesquisador solicitou que os estudantes iniciassem uma outra pesquisa, focando agora em observar diversas plantas baixas. Após essa contemplação, convidou-os a selecionarem um projeto de suas preferências.

Diante disso, compreende-se que os estudantes estavam caminhando para apropriação do tema, pois dentre os três aspectos que compõem este termo: Percepção, Apreensão e Compreensão, respectivamente, os mesmos tinham assimilado o primeiro. Esse entendimento está apoiado no significado de *Percepção*, que segundo dicionário Aurélio (2018), trata-se de um ato de compreender o sentido, a relevância de algo. Isso foi desenvolvido pelos estudantes, como mostra os diálogos supracitados.

Nesse momento, a internet possibilitou aos estudantes acesso à informação sobre as imagens e a importância da planta baixa. Biembengut (2014) relata que ter à disposição os recursos tecnológicos facilitam este momento de pesquisa.

No segundo encontro, com intuito de atender o próximo aspecto da Apropriação: a Apreensão, o pesquisador solicitou que os estudantes desenvolvessem, em um papel quadriculado fornecido por ele, uma planta baixa de uma casa a seu critério, porém, teria que contemplar os requisitos mínimos: uma sala; uma cozinha; um quarto; um banheiro e uma área de serviço. Para tal, o investigador disponibilizou Escalímetros e régua. Ao colocar essas ferramentas à disposição dos estudantes, em particular o Escalímetro, houve a necessidade de explicar o uso, bem como falar sobre Escala.

Isso é perfeitamente viável, pois conforme afirma Biembengut (2016, p. 199) “embora não faça parte do programa curricular da disciplina, se houver tempo disponível e se for conveniente, podemos apresentar também estes conceitos mesmo que informalmente”.

Posteriormente à explicação, o pesquisador falou para eles (estudantes) que a construção seria livre, ou seja, poderiam ou não usar as ferramentas. Caso quisessem, poderiam adotar a escala de 1:100, o que é mais comum. Mediante isso, houve um seguinte diálogo na sala:

E1: Posso adotar a escala 1:50?

E7: Gostaria de adotar essa também, pode?

P: Pode, sim. Mas, por que vocês querem adotar essa escala?

E7: Porque nesse caso a cada dois centímetros no desenho equivale a um metro na realidade.

Após essa ocasião, cada estudante deu início à construção do seu modelo. Durante o processo construtivo o pesquisador interrompeu os alunos com intuito de trabalhar o conceito de área de Quadriláteros, em particular Retângulos. Para este fim, o pesquisador introduziu a seguinte pergunta:

- P: Quais figuras aparecem no projeto de vocês?
 E: (Forma Geral): Retângulos e Quadrados

A partir disso, o pesquisador, juntamente com os estudantes, construiu um mapa conceitual sobre Quadriláteros, dando ênfase à Área de Retângulos e Quadrados, como mostra a Figura 4.

Nesse momento cabe ressaltar que a construção do mapa conceitual ocorreu de forma mútua com os estudantes. O pesquisador foi lançando as indagações, instigando-os a construírem os conceitos referentes aos quadriláteros.

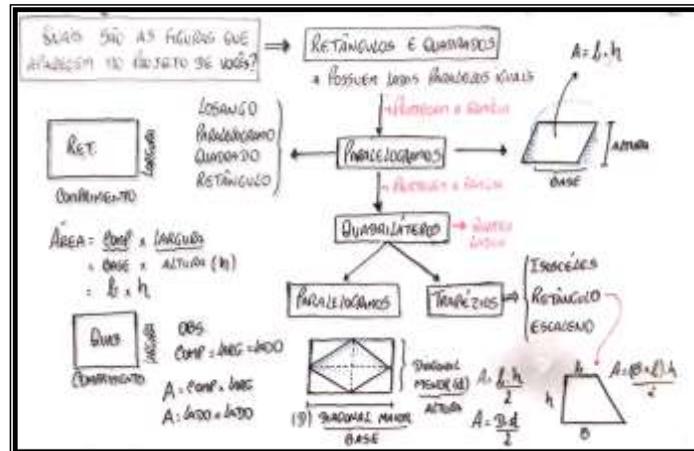


Figura 4 – Mapa Conceitual sobre Quadriláteros
 Fonte: Elaborado pelo pesquisador (2019)

O interessante é que os estudantes puderam perceber que se conseguirem compreender o conceito de área de retângulo, pode-se construir todas as outras relações dos demais quadriláteros, sempre buscando transformar a figura em retângulo. Pelo menos foi o que deu a entender na fala de E1.

E1: Oh! “Que viagem”! Entendendo área do retângulo entende as outras, como professor fez, partiu tudo do retângulo.

Em seguida, o pesquisador solicitou que os alunos determinassem área do terreno, bem como área de cada cômodo do seu projeto. Diante disso, as figuras 5 e 6, que são os extratos dos estudantes, exemplificam esse contexto.

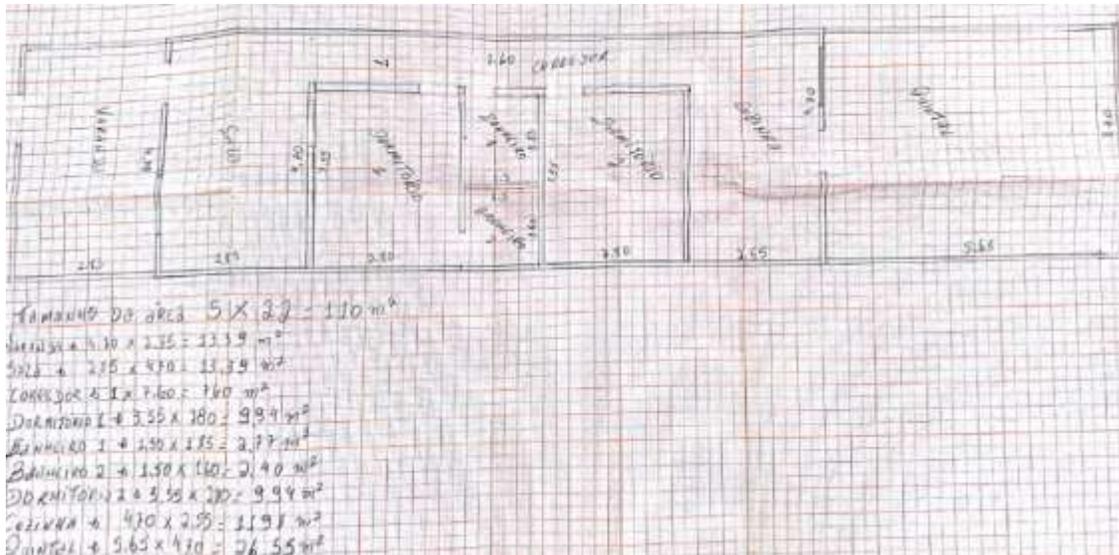


Figura 5 – Extrato 1 do E1 Planta Baixa no papel quadriculado

Fonte: Elaborado pelo Estudante

Nota-se que na figura 5, o estudante E1 construiu a planta baixa de uma casa contemplando todos os requisitos mínimos solicitados. Em conversa com este estudante, o próprio relatou:

E1: Essa planta é um modelo de minha casa, decidi de última hora construir o esboço de onde eu moro.

O E1 não utilizou o Escalímetro para a construção do seu projeto, no entanto percebe-se que há uma relação de proporção da unidade milímetro e unidade metros, pois as unidades estão em metros em um papel milimetrado.

No que se refere ao estudo de Área de Quadriláteros, o estudante conseguiu desenvolver todos os cálculos de área solicitados, além de prezar pela organização, descrevendo à parte o cômodo e sua respectiva área. Mediante isso, constata-se que o sujeito, E1, apreendeu e compreendeu o conceito de área de Quadriláteros, em especial do Retângulo e Quadrados.

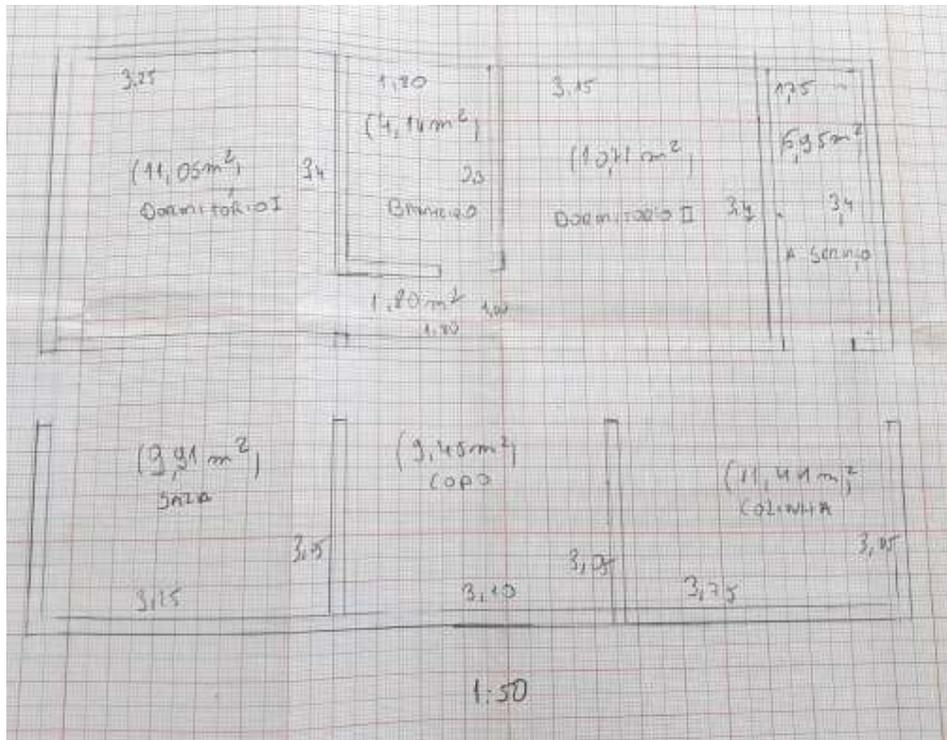


Figura 6 – Extrato 1 do E7 Planta Baixa no papel quadriculado

Fonte: Elaborado pelo Estudante

Vê-se que o desenho arquitetônico desse estudante se trata de uma planta baixa de uma casa que contempla todos os requisitos mínimos solicitados. O E7 sentiu-se seguro para utilizar a ferramenta Escalímetro e desenvolveu o seu esboço abordando a escala de 1:50.

Em relação ao cálculo de área, o estudante determinou corretamente as medidas de cada compartimento da casa, colocou a medida da área de cada cômodo no próprio projeto e não relatou sobre a área do terreno e área da casa. Diante do apresentado pelo estudante, entende-se que este apreendeu a proposta desse momento, a construção da planta baixa, bem como o conceito de Área de Quadriláteros.

Até aqui, analisou-se os modelos construídos pelos estudantes no ambiente papel e lápis. Esse momento caracterizou-se como a fase destinada para apreensão e compreensão do modelo e do objeto matemático: Área de Quadriláteros, em específico, Retângulos e Quadrados. Esses desenhos são considerados esboços da construção dos modelos que foram desenvolvidos posteriormente no ambiente computacional: o software AutoCad, que será a parte direcionada para explanação. A partir de agora, serão analisados os projetos construídos nesse ambiente.

A seguir serão expostos os projetos arquitetônicos elaborados por estes estudantes no ambiente computacional AutoCad. Além dessa exposição, há uma análise de cada, assim como houve no ambiente papel e lápis. Diante disso, as figuras 7 e 8, que são os extratos dos estudantes, exemplificam esse contexto.

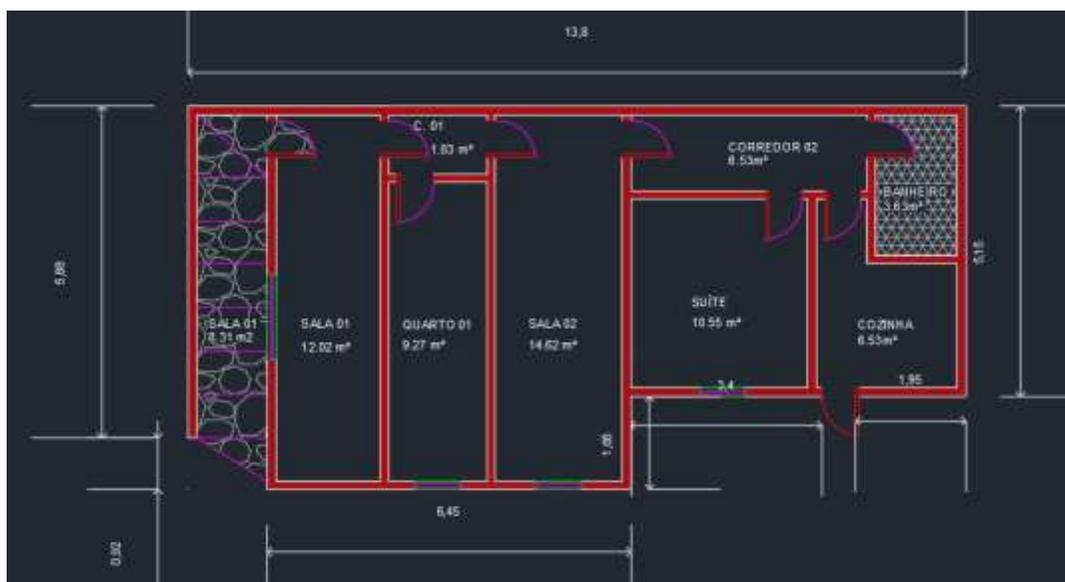


Figura 7 – Extrato 2 do E1 Planta Baixa no *software* AutoCad

Fonte: Elaborado pelo Estudante

Diante da figura 7, percebe-se que o modelo construído pelo E1, apresenta as dimensões externas do projeto, por exemplo: as dimensões necessárias para determinar o perímetro da casa e os valores das medidas das áreas de cada compartimento. Contudo, não detalha as dimensões, o que torna uma leitura não tão clara para o leitor. Durante a análise do esboço construído por E1, o pesquisador dialogou com o estudante e este relatou-lhe que aquele desenho se tratava de um esboço de sua residência, porém vê-se que o projeto desenvolvido no AutoCad foge da proposta inicial desse estudante.

A explicação de tal fato, segundo o estudante, foi uma opção de escolha, sem mais explicações. Em relação à Área de Retângulos, entende-se, mediante o que foi apresentado, que o E1 conseguiu se apropriar desse conceito.

Por fim, diante do que foi apresentado, conclui-se que esse estudante, apesar de ter conseguido explicar seu modelo, cometeu um equívoco na estrutura da planta baixa. O erro está na escrita do primeiro vão da residência que não é sala e sim uma varanda. O segundo equívoco está no quarto, quando o E1 afirma ser uma suíte e não representa este compartimento como tal, como por exemplo: a falta de um banheiro no quarto.

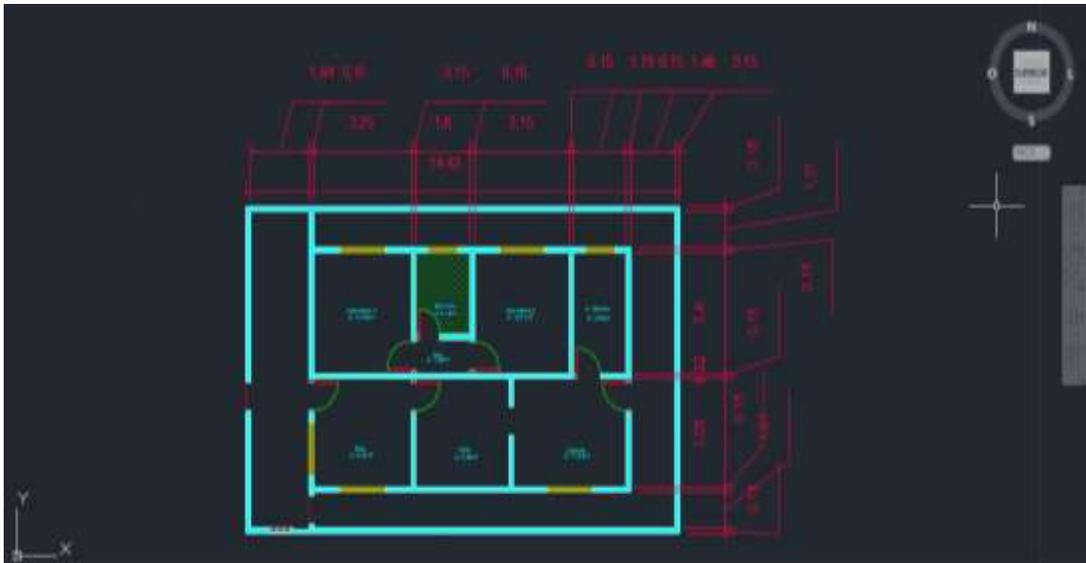


Figura 8 – Extrato 2 do E7 Planta Baixa no *software* AutoCad
Fonte: Elaborado pelo Estudante

A figura 8 expõe o modelo construído pelo E7. Nota-se que esse projeto representa bem o planejamento desse estudante, porque a estrutura da planta baixa desenvolvida no AutoCad remete à mesma estrutura desenvolvida no esboço.

Esse desenho arquitetônico, construído pelo E7 no *software*, é bem detalhista, no que se refere às dimensões e às medidas de áreas. A estética do modelo não ficou melhor devido à escolha da fonte para escrita das dimensões da área e os nomes dos cômodos.

Em relação à Área de Retângulos, percebe-se, mediante o que foi apresentado, que o E7 conseguiu se apropriar desse conceito. Por fim, conclui-se que esse estudante, apesar de ter conseguido explicar seu modelo, cometeu um equívoco na estrutura da planta baixa. O erro é que não tem como ter acesso aos cômodos: dormitório 1; dormitório 2 e o banheiro. Isso provavelmente inviabilizará a validação do modelo.

Esse primeiro momento de análise de dados foi bem relevante, pois apesar de ter ocorrido um afunilamento durante o processo de transição do modelo construído no ambiente papel e lápis para o *software*, foi notório a satisfação dos estudantes em explorarem conceitos matemáticos, Área de Quadriláteros, especificamente Retângulos e Quadrados de forma criativa, dinâmica e envolvente. Referente a essa fase, chegou-se à conclusão que os estudantes perceberam e apreenderam sobre a planta baixa. Isso se deve ao fato de eles terem explorado diversos projetos arquitetônicos, identificando do que se trata e a importância da mesma para a construção civil. Esse momento remete à primeira

fase da Modelação proposta por Biembengut (2016), etapa de familiarização com o assunto, no caso, da planta baixa.

No tocante à compreensão, sete dos dez estudantes conseguiram assimilar o conceito de Áreas de Quadriláteros, em particular retângulos. Em relação à Explicação, houve cinco modelos construídos no *software* pelos estudantes para serem posteriormente submetidos à validação ou não, na fase da Significação e Expressão. Esse cenário refere-se à segunda fase da Modelagem Matemática proposta por Biembengut (2016), pois segundo a autora é nesse momento que se apresenta o conteúdo e elabora o modelo que leva à solução ou é a própria solução.

Para a construção dos modelos adotou-se o *software* AutoCad, pois segundo Biembengut (2014) o uso da tecnologia é um estímulo plausível, relevante na fase dois da Modelação. A elaboração no ambiente computacional perpassou pela perspectiva cíclica (*descrição-execução-reflexão-depuração-descrição*) apontada por Valente (2005), pois os estudantes a princípio descrevem o problema, que nesse caso foi a construção de uma planta baixa, em seguida colocam em prática o que foi pensado, ou seja, faz a execução, posteriormente, analisam o que foi construído, para logo depois apresentarem o modelo construído.

Os estudantes que não desenvolveram o modelo no ambiente computacional tinham capacidade de tal feito, porém as ausências desses foram determinantes para eles não terem elaborados os seus projetos no AutoCad. Essa circunstância tem respaldo na espiral de aprendizagem de Valente (2005), visto que este autor relata que é imprescindível não interromper o processo cíclico para não comprometer a evolução da construção do conhecimento. Esse contexto talvez tenha corroborado para evasão desses estudantes, restando assim aqueles que obtiveram sucesso na construção do projeto arquitetônico no *software*.

Apropriação e Explicação

Esta seção foi direcionada para exposição e validação ou não dos projetos dos estudantes. Para tal, o pesquisador instruiu os estudantes a projetarem os seus modelos e a apresentá-los. Antes de iniciar esse momento, combinou-se que a ordem dessas apresentações seria de acordo com o alfabeto e que os estudantes que se encontravam na

posição de ouvintes seriam os avaliadores, ou seja, os responsáveis pela validação ou não do projeto. Com esta etapa final fica evidente que os estudantes em todo o momento ocuparam o lugar de atores principais no processo.

A avaliação segundo o pesquisador seria de forma oral e a resposta teria que vir acompanhada com uma justificativa. Após esse momento, o E7 posicionou-se frente à sala, projetou o seu modelo e fez a seguinte apresentação.



Figura 9 – Extrato 2 do E7 Planta Baixa no software AutoCad

Fonte: Elaborado pelo Estudante

E7: Essa planta, como pode ver, é uma casa solta no terreno. Ela possui uma área na frente, uma área no fundo e dois corredores laterais. Em relação à casa, o projeto apresenta uma sala, dois quartos, uma cozinha, uma copa, uma área de serviço e um banheiro. O cálculo de área foi utilizando a ferramenta do software, porém foi usada a ideia de comprimento por largura e eu conferi na calculadora.

Após a apresentação o modelo do E7 foi avaliado. O quadro a seguir registra as respostas com as justificativas dos estudantes em relação à validação do modelo do E7.

Quadro 1 – Avaliação do projeto do E7.

Estudante	Sim	Não	Justificativa
E6		X	O projeto foi bem elaborado, porém o meu voto foi não pelo fato de que não tem como ter acesso aos quartos nem ao banheiro.
E7		X	Meu voto também está associado a esse erro.
E8		X	Devido a este erro, eu também votei não, porém acredito que se fizer uma revisão no seu projeto consertando esse erro, você terá em mãos um excelente projeto.
E9		X	O meu voto também está ligado a esse erro, que a meu ver é um erro estrutural.

Fonte: Elaborado pelo Pesquisador

Diante disso, com todos os votos contra, o projeto do E7 não foi validado. Porém na fala do E8, deixa claro que o modelo, proposto pelo estudante sete, é passível de validação após o conserto dessa parte estrutural. O que esse estudante propõe em sua fala,

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processo de Modelagem aliado ao uso do software AutoCad não só estimulou e contribuiu para a aprendizagem de Área de Quadriláteros, em particular área de Retângulos e Quadrados e de outros objetos matemáticos abordados durante o processo da construção da planta baixa, como possibilitou os estudantes a deixarem de lado o papel de atores coadjuvantes para serem atores principais.

Mesmo que esse tema não tenha surgido pela vontade dos alunos e sim da intencionalidade do pesquisador, na medida em que ele oportunizou a escolha de um modelo para explorarem, a fim de ter subsídios para construção do seu, os estudantes sentiram-se mais à vontade e motivados com a proposta.

Oportunizar estudar um conceito matemático a partir de uma situação que envolve a realidade, permitiu aos estudantes perceberem a importância da Matemática, além de criticar a maneira como foi ensinada a disciplina na sua Educação Básica. Diante disso, o processo de Modelagem contribuiu para mudar a concepção dos estudantes em relação à Matemática.

Vale salientar que este contexto contribuiu para ruptura do paradigma tido como tradicional, ou seja, retirada do professor o monopólio do processo da aprendizagem. Isso colaborou para que o docente buscasse ter uma nova postura diante do processo, agir como orientador e mediador. Esse cenário permitiu que o estudante fosse o principal agente no desenvolvimento da metodologia para explorar o conceito de Área de Retângulos e Quadrados.

Entretanto, o pesquisador e os estudantes depararam-se com algumas dificuldades no decorrer da intervenção. Em relação ao pesquisador foi a ausência de alguns estudantes, em certos encontros, devido à demanda do trabalho, pois 100% dos estudantes, que participaram da pesquisa, trabalhavam durante o dia. Isso ocasionou a desistência de duas estudantes e prejudicou um estudante terminar o modelo.

REFERÊNCIAS

BIEMBENGUT, Maria Salett. 30 anos de modelagem matemática na educação brasileira: das propostas primeiras às propostas atuais. **Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 2, n. 2, p. 7-32, jul. 2009.

BIEMBENGUT, Maria Salett. **Modelagem matemática no Ensino Fundamental**, Blumenau: Edifurb, 2014.

BIEMBENGUT, Maria Salett. **Modelagem na Educação Matemática e na Ciência**, São Paulo: Editora Livraria da Física, 2016.

BOGDAN, Robert C.; BIKLEN, Sari Knoop. **Investigação Qualitativa em Educação: Uma Introdução à Teoria e aos Métodos**. Portugal: Porto Editora, 1994, p. 167.

BOYER, Carl B. **História da matemática**. São Paulo: Blucher, 1993.

BRASIL, Secretaria de Ensino Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: matemática**. Brasília: Ministério da Educação e do Desporto, (1998).

_____. Ministério da Educação. **Base nacional comum curricular**. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>>. Acesso em: 15 jun. 2019.

COSTA, Sandra Regina Santana; DUQUEVIZ, Barbara Cristina; PEDROZA, Regina Lúcia Sucupira. Tecnologias Digitais como instrumentos mediadores da aprendizagem dos nativos digitais. Revista Quadrimestral da Associação Brasileira de Psicologia Escolar e Educacional, São Paulo.v19, n.3, Set/Dez, 2015, p.603-610.

Secretaria de Educação Básica. **Orientações curriculares para o ensino médio. v. 2, Ciências da Natureza Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: Ministério da Educação, 2006.

SILVA, Flaviana dos Santos. **A formação de educadores em serviço no contexto escolar: mídias digitais e projetos de trabalho**. 2006. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Estadual Paulista (Unesp), Presidente Prudente, SP.

VALENTE, J. A. **Por quê o Computador na Educação?**, 1993. Disponível em: <http://www.ich.pucminas.br/pged/db/wq/wq1_LE/local/txtie9doc.pdf>. Acesso em: 27/06/2018.

_____. Análise dos diferentes tipos de softwares usados na educação. In: VALENTE, José Armando (Org.). **O computador na sociedade de conhecimento**. Campinas, SP: Unicamp/Nied, 1999.

_____. **A espiral da espiral de aprendizagem**: o processo de compreensão do papel das tecnologias de informação e comunicação na educação. Tese (Livre-Docência) – Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Campinas, SP, 2005.

Submetido em 30 de setembro de 2019.
Aprovado em 09 de fevereiro de 2019.