

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA
MESTRADO PROFISSIONAL EM MATEMÁTICA - PROFMAT

ANDERSON VANTUIR NOBRE VIEIRA

**COMPUTAÇÃO GRÁFICA NA EDUCAÇÃO: Blender 3D e o ensino de
geometria espacial**

VITÓRIA DA CONQUISTA - 2015

ANDERSON VANTUIR NOBRE VIEIRA

**COMPUTAÇÃO GRÁFICA NA EDUCAÇÃO: Blender 3D e o ensino
de geometria espacial**

**Dissertação de Mestrado apresentada à banca
examinadora da Universidade Estadual do Sudoeste da
Bahia - Campus Vitória da Conquista, do Programa de
Mestrado Profissional de Matemática em Rede
Nacional-PROFMAT, como requisito parcial à
obtenção do título de mestre em Matemática, sob
orientação do Prof. Dr Roque Mendes Prado Trindade.**

VITÓRIA DA CONQUISTA

BAHIA - BRASIL

2015

ANDERSON VANTUIR NOBRE VIEIRA

COMPUTAÇÃO GRÁFICA NA EDUCAÇÃO: Blender 3D e o ensino de geometria espacial

Dissertação de Mestrado apresentada à banca examinadora da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - Campus Vitória da Conquista, do Programa de Mestrado Profissional de Matemática em Rede Nacional-PROFMAT, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Matemática, sob orientação do Prof. Dr Roque Mendes Prado Trindade.

Aprovado em: _____ de _____ de 2015

Prof. Dr. Narciso da Hora Lisboa

UNIMONTES

Prof. Dra Alessandra Oliveira Andrade

UESB

Prof. Dr Roque Mendes Prado Trindade

UESB

VITÓRIA DA CONQUISTA

BAHIA - BRASIL

2015

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho a Deus, a minha família e a todos aqueles que puderem tirar proveito desta obra direta ou indiretamente.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por conceder saúde e inteligência para produzir esse trabalho e também pela proteção durante as inúmeras viagens. Agradeço a minha família: minha mãe Sandra, minha esposa Lucileia e irmãos Adriano, Lauro e Juliano, pela participação na logística de viagens, pela paciência que tiveram durante esse período, pelo contínuo incentivo e demonstração de felicidade com o meu sucesso. Agradeço ao meu orientador pelas discussões das quais surgiram ponderações positivas e ideias interessantes que tornaram esse trabalho mais conciso e relevante e, além disso, esteve sempre com boa vontade, alegria e disposição ao me receber. Agradeço aos professores da banca pelas contribuições para melhoria do trabalho. Agradeço também à capes que financiou esse meu objetivo, possibilitando o meu longo deslocamento, aos professores do Instituto de Matemática Pura e Aplicada (IMPA) pelas aulas e efetiva participação no Profmat e ainda à Sociedade Brasileira de Matemática (SBM) que também coopera com o programa e abre espaço em seus eventos para o Profmat, De um modo geral agradeço a toda coordenação do Profmat que se preocupa sempre em valorizar o ensino de matemática através dessa capacitação que, em minha concepção, é de grande importância.

RESUMO

VIEIRA, Anderson Vantuir Nobre. Biblioteca e memória: computação gráfica na educação: Blender e o ensino de geometria espacial. Vitória da Conquista, 2015. Dissertação (Mestrado em Matemática) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2015.

Este é um trabalho de aplicação do software Blender 3D no ensino de geometria espacial visando aumentar a motivação do aluno, reduzir o tempo gasto na apresentação do conteúdo e no preparo das aulas (uma vez que as aulas podem ser gravadas no próprio blender) utilizando o blender a fim de melhorar a visualização das figuras espaciais e tornar efetivo o aprendizado do aluno na área de geometria espacial. A pesquisa envolveu duas turmas do segundo ano do ensino médio. Em uma turma a aula foi no laboratório com a utilização do blender e na outra a aula foi tradicional usando quadro, apagador e pincel. Foi notável que os alunos que utilizaram o blender participaram ativamente da aula e estavam realmente mais motivados que os alunos que não utilizaram o blender. No final os alunos fizeram um teste para verificação de aprendizagem. A turma que utilizou o blender obteve melhores resultados no teste final levando à conclusão que nesta experiência o uso do blender foi eficaz no aprendizado dos alunos, houve participação efetiva e motivação. A redução no tempo para exposição do conteúdo e preparação de aulas também ocorreu. De acordo com essa análise verificou-se que os objetivos foram cumpridos em sua totalidade.

Palavras chave: Geometria espacial, Blender 3D, motivação, aprendizado.

ABSTRACT

VIEIRA, Anderson Vantuir Nobre. Biblioteca e memória: computação gráfica na educação: Blender 3D e o ensino de geometria espacial. Vitória da Conquista, 2015. Dissertação (Mestrado em Matemática) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2015.

This is an work of application of Blender 3D software in the solid geometry of education to increase student motivation, reduce the time spent in the presentation of content and preparation classes (since the classes may be registered in the mixer itself) using the blender in order to improve the visualization of spatial figures and make effective student learning in solid geometry area. The research involved two second-year high school classes. One of the classes was in the lab using the blender and the other class was using traditional framework, eraser and brush. It was noted that students who used the blender actively participated in class and were actually more motivated students in the class who did not use the blender. At the end the students made a test to check learning. The class that used the blender achieved better results in the final test leading to the conclusion that in this experiment using the blender was effective in student learning, there was effective participation and motivation. The reduction in the time to expose the content and preparation classes also occurred. According to this analysis it was found that the objectives were met in full.

Keywords: solid geometry, Blender 3D, motivation, learning.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Interface do Blender.....	25
Figura 2 Deletando uma figura.....	26
Figura 3 Inserindo um polígono.....	26
Figura 4 Mudando o número de vértices.....	27
Figura 5 A base do prisma triangular.....	28
Figura 6 Mudando a origem de posição.....	28
Figura 7 Origem fora do polígono.....	29
Figura 8 Área de um polígono.....	29
Figura 9 O prisma triangular reto finalizado em modo de edição.....	31
Figura 10 Vértice.....	32
Figura 11 Aresta.....	32
Figura 12 Face lateral.....	33
Figura 13 Prisma hexagonal.....	34
Figura 14 Pirâmide hexagonal.....	34
Figura 15 Cilindro e cone.....	35
Figura 16 Esfera.....	36
Figura 17 Figuras rotacionadas.....	37
Figura 18 Planificação da pirâmide.....	37
Figura 19 Planificação do cubo.....	38
Figura 20 Planificação do cilindro.....	38
Figura 21 Pirâmides reta e oblíqua.....	39
Figura 22 Comparação da quantidade de acertos questão 1.....	40
Figura 23 Comparação da quantidade de acertos questão 2.....	40
Figura 24 Comparação da quantidade de acertos questão 3.....	41
Figura 25 Comparação da quantidade de acertos questão 4.....	41
Figura 26 Comparação da quantidade de acertos questão 5.....	42
Figura 27 Comparação da quantidade de acertos questão 6.....	42
Figura 28 Comparação da porcentagem de acertos por questão.....	47

Sumário

1. INTRODUÇÃO	10
1.1 Motivação	10
1.2 Breve história do blender	11
1.3 Porque escolher o blender	11
1.4 Objetivos	12
1.4.1 Objetivo geral	12
1.4.2 Objetivos específicos	12
1.4 Vista geral	13
2. ESTADO DA ARTE	14
2.1 Tecnologias digitais no cotidiano e na educação	14
2.2 Motivação, visualização, prática e aprendizado	16
2.3 Socialização do conhecimento e a influência da geometria nas profissões	20
3. METODOLOGIA DA PESQUISA	23
3.1 Preparação	23
3.2 A aula de modo geral	23
3.3 Desenvolvimento da aula	25
4. RESULTADOS	40
4.1 Comparação da quantidade de acertos	40
4.2 Limitações	42
4.3 Análise final dos resultados	43
5. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS	48
5.1 Conclusões	48
5.2 Trabalhos futuros	48
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50
APÊNDICES	56

1. INTRODUÇÃO

1.1 Motivação para escolha do tema

A geometria espacial é um ramo da matemática que trabalha com sólidos geométricos, os quais podem ser facilmente encontrados no cotidiano. O formato de um paralelepípedo, por exemplo, pode ser identificado em uma observação de uma casa ou prédio. A forma da pirâmide pode ser vista e reconhecida nas pirâmides do Egito. Um tambor ou uma lata de óleo são exemplos de um cilindro. Uma esfera tem a forma de uma bola lisa. Com grande número de exemplos que podem ser visualizados na prática, esse conteúdo deveria ser fácil ministrar por ser concreto e ser simples de encontrar no cotidiano. A álgebra aplicada é relativamente fácil.

A escolha de trabalhar com a geometria espacial deve-se, principalmente, ao fato deste autor perceber, ao longo de seus aproximados treze anos de carreira, uma grande dificuldade dos alunos, em visualizar os sólidos geométricos e em resolver problemas relacionados a geometria espacial. A professora Ritter relata, em sua dissertação de mestrado, ter observado os mesmos problemas citados acima, ao longo de seus vinte anos de carreira e afirma que

[...] as dificuldades iniciam nos conceitos de geometria plana e se complicam na visualização dos objetos tridimensionais dados através de representações no plano, e isto restringe o sucesso dos alunos na resolução dos clássicos problemas de geometria espacial que envolvem, especialmente, cálculo de áreas, volumes e relações entre os elementos (faces, arestas, vértices, altura, apótema) dos sólidos estudados no ensino médio. (RITTER, 2011).

Não foi apenas baseado nas dificuldades apresentadas pelos alunos que esse tema foi escolhido: há também a relevância do tema para o cotidiano deles e para o futuro profissional de alguns já que em algumas profissões e em outras ciências esse assunto se mostra de extrema importância conforme afirmam os parâmetros curriculares nacionais (PCNs):

Numa outra direção, as habilidades de visualização, desenho, argumentação lógica e de aplicação na busca de soluções para problemas podem ser desenvolvidas com um trabalho adequado de Geometria, para que o aluno possa usar as formas e propriedades geométricas na representação e visualização de partes do mundo que o cerca. Essas competências são importantes na compreensão e ampliação da percepção de espaço e construção de modelos para interpretar questões da Matemática e de outras áreas do conhecimento. De fato, perceber as relações entre as representações planas nos desenhos, mapas e na tela do computador com os objetos que lhes deram origem, conceber novas formas planas ou espaciais e suas propriedades a partir dessas representações são essenciais para a leitura do mundo através dos olhos das outras ciências, em especial a Física. (BRASIL, 2015).

Diante do exposto no texto dos PCNs, o uso do computador se mostra interessante para o ensino de geometria. O desafio é escolher um software que atenda às recomendações, uma vez que, existem vários como o geogebra, o cabri-geomètre, o poly, o calques 3D dentre outros.

O governo de Minas Gerais em 2010 ofertou cursos de capacitação para professores na área de informática e um dos temas foi o de computação gráfica, no qual este autor se matriculou. Nesse curso o software utilizado foi o blender 3D. Esse foi o primeiro contato do autor com o programa.

1.2 Breve história do blender

O blender é um software tridimensional (3D) desenvolvido por Ton Roosendaal, que fundou a empresa Not a Number (NaN) em 1998, onde criava produtos e serviços comerciais no blender.

No ano 2000 Ton conseguiu um financiamento de várias empresas de investimento para tentar expandir a NaN. Pretendia-se criar versões comerciais do software, mas devido às baixas vendas e à situação econômica na empresa os investidores resolveram encerrar as operações no início de 2002 e, como consequência, o desenvolvimento do blender foi interrompido.

Ton teve a ideia de criar a Blender foundation, uma fundação sem fins lucrativos. O blender se tornaria um projeto de código aberto, mas para isso precisavam da licença dos investidores que deveriam receber cem mil euros para liberar o blender. A comunidade que utilizava o blender se mobilizou e no curto prazo de sete semanas conseguiram levantar o capital. No mês de outubro desse mesmo ano o blender foi liberado para o mundo e agora é um software gratuito e de instalação bem prática.

Há versões do blender para linux e Windows que podem ser encontradas no site www.blender.org, assim como a história completa que neste texto foi resumida.

1.3 Porque escolher o blender

Observando os textos expostos na seção 1.1 relacionados à dificuldade de aprendizado, o blender, num primeiro momento, demonstra ser um software bem interessante para o ensino de geometria espacial, uma vez que possui os sólidos geométricos que são

objetos desse trabalho e que essas figuras espaciais podem ser construídas, editadas, planificadas e visualizadas de todos os ângulos, conforme a necessidade do professor. O blender também atende às recomendações da secretaria de educação do estado de Minas Gerais (SEE-MG) através do CBC e com a secretaria de educação básica do ministério da educação (Seb-MEC) através dos PCNs como será visto no decorrer do trabalho. Por ser um programa gratuito e criado para fins comerciais (leia secção 1.2), o blender possui recursos de animação e de gravação que se mostram úteis na preparação e no desenvolvimento das aulas, como será mostrado capítulo 3.

O CENTRO DE REFERÊNCIA VIRTUAL DO PROFESSOR-CRV é um portal educacional da secretaria de estado de educação de Minas Gerais que oferece recursos de apoio ao professor para o planejamento, execução e avaliação das suas atividades de ensino na educação básica. (MINAS, 2015).

O CRV recomenda o blender em seu portal disponibilizando um curso básico do blender com 12 módulos em sua biblioteca virtual. (MINAS 2015).

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo geral

O principal objetivo dessa dissertação é facilitar o aprendizado dos alunos despertando seu interesse pela geometria espacial. Para atingir esse fim, será utilizado como ferramenta o software blender (3D).

1.4.2 Objetivos específicos

- a) Facilitar e intensificar o aprendizado do aluno.
- b) Desenhar as figuras em 3D no blender, com melhor visualização para o aluno, e em tempo menor que o necessário para desenhá-las no quadro.
- c) Possibilitar ao aluno a visualização tridimensional dos sólidos e de todos os seus elementos através de rotação.
- d) Fazer com que o aluno participe efetivamente da aula e despertar nele o sentimento de motivação e interesse em construir os sólidos geométricos (prismas, pirâmides,

cilindros, cones e esferas) no blender e em menos tempo que demoraria para desenhá-los no caderno.

- e) Facilitar e tornar concreto, para os alunos, a compreensão dos conceitos e fórmulas de volume e área total dos sólidos geométricos durante a construção das figuras.
- f) Reduzir gasto pelo professor para preparar aula.

1.4 Vista geral

Nesta dissertação há cinco capítulos. O primeiro capítulo fala sobre a motivação, conta uma pequena parte da história do blender, descreve os objetivos, expõe fatores que são de grande relevância quando se usa o blender que vão além dos objetivos e por fim mostra este resumo.

O segundo capítulo apresenta o estado da arte expondo a utilização de softwares na educação e seus efeitos no aprendizado.

O terceiro capítulo refere-se ao esquema de produção da aula, de sua execução e da aplicação do teste.

No quarto capítulo são discutidos os resultados do teste.

O quinto e último capítulo apresenta a conclusão.

2. ESTADO DA ARTE

2.1 Tecnologias digitais no cotidiano e na educação

As pessoas utilizam, cada vez mais, em seus cotidianos e em suas vidas profissionais a tecnologia digital (VALDIVIA, 2008; BASTOS, 2010). Professores e alunos tem acesso a máquinas digitais disponibilizadas por iniciativas governamentais, “mas não há uma preparação eficiente e contínua para a utilização com o fim educacional direcionado às disciplinas... há instituições de ensino da educação básica e superior que equipam seus laboratórios com máquinas com programas educativos e acesso à internet, mas com pouco uso ou com uso eficiente por alguns, porém não por todos os docentes.” (SILVA A., 2012, 2014). A importância de investir na formação docente, mais especificamente, no ramo da informática é tratada pelos PCNs:

A formação do aluno deve ter como alvo principal a aquisição de conhecimentos básicos, a preparação científica e a capacidade de utilizar as diferentes tecnologias relativas às áreas de atuação ... Constata-se a necessidade de investir na área de macroplanejamento, visando a ampliar de modo racional a oferta de vagas. Também é essencial investir na formação dos docentes, uma vez que as medidas sugeridas exigem mudanças na seleção, tratamento dos conteúdos e incorporação de instrumentos tecnológicos modernos, como a informática. (BRASIL, 2000).

Segundo Silva M. (2012) “a tecnologia faz parte do universo da maioria das escolas, razão pela qual é importante que o educador utilize meios que possibilitem o uso dos recursos tecnológicos em suas aulas de forma dinâmica, visando motivar os alunos na busca pelo conhecimento.” O Comitê Gestor da Internet no Brasil (CGI.br) é responsável por produzir a cada ano dados e informações estratégicas sobre o acesso e utilização das tecnologias da informação (TIC). O CGI divulgou em 2014 o resultado da última pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação nas escolas brasileiras realizada em 2013 onde são apresentadas as seguintes estatísticas:

A pesquisa TIC Educação 2013 aponta que 99% das escolas públicas em áreas urbanas do país possuem computador, sendo que em todas elas há pelo menos um computador de mesa, enquanto em 73% existe ao menos um portátil, como *notebook*, *laptop* ou *netbook*. Cabe destacar o aumento do número de escolas públicas com *tablets* – que passou de 2%, em 2012, para 11%, em 2013”... as escolas públicas possuíam, em média, 19,1 computadores de mesa instalados em funcionamento. Tendo em vista que tais unidades de ensino possuem, em média, 653 alunos, fica evidente a

limitação para um uso individualizado dos equipamentos no cotidiano das escolas – mesmo levando em conta seus turnos de funcionamento. O número médio de computadores em funcionamento também fica abaixo do número médio de alunos por turma, que, em 2013, foi de 23 no Ensino Infantil; 26 no Ensino Fundamental I; de 31 no Ensino Fundamental II; e de 33 no Ensino Médio... Do total de computadores presentes na escola, em média, 17 estão disponíveis para uso pedagógico dos alunos. (CGI, 2015).

Essa mesma pesquisa ainda afirma que 95% das escolas públicas que possuem computador possuem internet apesar de, em muitas delas, a velocidade da internet considerada necessária para a quantidade de computadores da escola não ser satisfatória. Um outro trecho dessa pesquisa informa que “No Brasil, os programas e ações governamentais de fomento ao uso das TICs na educação têm tido uma natureza preponderantemente voltada à disponibilização de infraestrutura tecnológica na escola.”

No Mato Grosso do Sul há o Núcleo de tecnologia educacional regional (NTE-Regional) cuja função é de acompanhar, orientar e avaliar o uso das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) nas escolas por meio dos professores gerenciadores de tecnologias educacionais (Mato Grosso do Sul 2011). De acordo com Camilotti

[...] os professores recebem apoio em suas atividades pedagógicas, tendo como referenciais teorias que consideram o processo pedagógico em sua totalidade de relações e os componentes constitutivos deste processo como elementos que influenciam e são influenciados na prática educativa, tomando o cuidado de realizar constante autoavaliação, objetivando manter a coerência do processo. O referido núcleo subsidia o uso das TDIC nas escolas de dez municípios da rede pública Estadual e Municipal: Bandeirantes, Camapuã, Corguinho, Jaraguari, Nova Alvorada do Sul, Ribas do Rio Pardo, Rio Negro, Rochedo, Sidrolândia e Terenos. Possibilita o acompanhamento pedagógico e a realização de cursos de formação continuada em 23 escolas. Compõe junto com outros onze NTEs de Mato Grosso do Sul o local na Secretaria de Educação de Mato Grosso do Sul que tem o papel de oferecer subsídios para o gerenciamento das tecnologias na escola e a realização de ações pedagógicas que tragam efetivamente melhoria para a qualidade do ensino. É através dele que professores e gestores têm acesso às novas tecnologias e metodologias e mantêm contato com outras instituições que utilizam os recursos tecnológicos em práticas pedagógicas diferenciadas. Para o NTE desempenhar suas funções é necessário, além das visitas e uso de ferramentas síncronas, um local de interação constante que privilegie não apenas a comunicação entre equipe do NTE e Escola, mas também que seja um espaço de orientação, divulgação e compartilhamento de experiências num ambiente virtual. (CAMIOTTI, 2014).

Os softwares educacionais estão conquistando espaço e melhorando sua eficácia para melhorar o aprendizado dos alunos através da motivação e interação com o conteúdo. Silva T.(2013) diz que “a afirmação de que a tecnologia da informação mudou a maneira de viver e

se relacionar das pessoas é consensual, influenciando também o modo de aprender dos alunos.”

Procurar programas que auxiliam o professor na sala de aula e favorecem ao aprendizado dos alunos tem sido uma tarefa para vários pesquisadores na área da educação. Os trabalhos analisados e citados para produção deste trabalho, por exemplo, são resultados de análises ou desenvolvimento de algum software que pode ser utilizado na educação para melhoria do ensino (ver referências bibliográficas). O presente trabalho sobre a aplicação do blender, também compactua com esta ideia de auxílio ao professor na aula e de facilitar o aprendizado dos alunos. O Blender (3D) é um software da computação gráfica que, embora não seja exatamente educacional, possibilita vários trabalhos em algumas áreas de matemática, especialmente no conteúdo de geometria e isso porque o blender é um software tridimensional com ferramentas próprias para construções geométricas de todos os formatos e, além disso, possui recursos para produção de vídeo. O blender é interessante para a educação que, cada vez mais, recebe trabalhos voltados para o ensino utilizando recursos computacionais, e esses trabalhos estão sendo feitos porque promovem a interação do aluno com a máquina motivando e construindo o aprendizado do conteúdo que, no caso desta pesquisa é de geometria espacial.

2.2 Motivação, visualização, prática e aprendizado

Há dois fatores fundamentais durante a construção do conhecimento: a motivação, e a prática. No caso da geometria espacial tem-se ainda a visualização das figuras, que é outro fator de grande relevância para o aprendizado. Na sequência as análises de trabalhos darão sustentação a essas afirmações.

De acordo com o CGI (2013), há na América Latina alguns países que possuem o programa de um computador por aluno. O conselho Escolar da região do cantão do leste da província de Quebec trabalha com esse programa. Todas as escolas do distrito participam do programa que ainda está sendo desenvolvido. Até a data dessa pesquisa o programa já tinha dez anos nesse local e segundo relato da CGI esse é um dos raros casos que um programa de distribuição de computadores portáteis tem tão longa duração. Foi realizado um estudo com professores e alunos do distrito para investigar os principais desafios e benefícios das TICs para os alunos e professores. No final da pesquisa constatou-se, de acordo com a CGI, que embora a maioria dos alunos não tenha mencionado espontaneamente a motivação, fica

evidente que estavam motivados na sala de aula e que não percebem porque interpretam mais como diversão. Alguns professores disseram que os alunos realmente ficam mais animados com a aula e ainda disseram que os computadores economizam muito tempo fazendo com que os alunos entreguem os trabalhos no prazo. Afirmam ainda que há menos conversa na sala devido à concentração e que os alunos se sentem mais competentes com as tarefas pelo fato de estarem acostumados a lidar cotidianamente com a tecnologia.

Se o aluno estiver motivado para aprender, e o professor for seu parceiro, provavelmente ele ouve e analisa com interesse o que o professor tem a dizer. Freire (1987) apud Isotani (2006) diz que

o professor deve livrar-se do estigma de detentor do conhecimento e se transformar em um guia que oferece dicas e estímulos para que os alunos aprendam. Nesta abordagem de ensino, o professor será o “parceiro” do aluno liderando atividades que visem a exploração e a descoberta, e que favoreçam a criatividade e a interação do aluno com o assunto abordado.

É importante que os professores de matemática sempre procurem meios de melhorar a forma de apresentação do conteúdo de forma que o aluno sinta prazer de estudá-lo. Bonfim ressalta que

[...] levando em consideração que a matemática não é uma disciplina muito fácil de ser ensinada, que os estudantes precisam ter uma motivação para adquirir o entusiasmo e a vontade de estudá-la a fim de construir o seu conhecimento, nós educadores, devemos inovar as práticas de ensino de modo que eles se interajam com mais gosto com os conteúdos matemáticos. Desta forma, as tecnologias são bem vindas ao ensino de Matemática, por meio de programas e *softwares* que auxiliam no entendimento dos conteúdos e na vontade de aprender matemática cada dia mais, aprender a fazer matemática. (Bonfim, 2013)

No caso da geometria espacial a visualização das figuras é de extrema importância para o entendimento do assunto e com um software adequado, nesse caso o blender, que mostra como se dá a construção das figuras e finalizando com a prática do aluno nos computadores ele passa a ser “autor” de seu conhecimento fixando o conteúdo.

Segundo Leitão et al (2013), o conhecimento se constrói pela atividade e interação do sujeito com o meio envolvente num processo contínuo e ativo como resposta a estímulos exteriores. Pesquisadores estudam a importância de se trabalhar com softwares, em sala de aula e os resultados são cada vez mais positivos. Silva, L. et al (2013) diz que os cientistas de informática na educação são cômicos de que já encontram-se dissipadas todas as dúvidas concernentes as potencialidades da utilização de ambientes computacionais no ensino e na aprendizagem.

Há professores que usam softwares para fazer demonstrações de geometria visando facilitar a interpretação algébrica que, em geral, para os alunos, não são simples de entender. Ferreira et al (2012) fizeram um trabalho com professores graduados que utilizam softwares para demonstrações de geometria e durante a entrevista de conclusão do trabalho, um dos professores afirmou que *“as propriedades das figuras podem ser observadas claramente, pois com o “arrastar” elas se mantêm, desde que a figura seja construída através de suas características básicas”*. O Blender possui essa e diversas outras propriedades já citadas na introdução e que serão vistas no desenvolvimento da aula no capítulo 3.

A ideia para o aprendizado de geometria é que o aluno consiga visualizar a construção da figura e todas as suas partes para entender suas propriedades geométricas de área e volume e assim compreender os cálculos básicos da figura estudada, e tudo isso associado ao prazer de aprender. Mesmo que o aluno tenha um bom conhecimento de álgebra, conseguir visualizar todos os componentes das figuras contribui para um cálculo correto e consciente, visto que muitos alunos conseguem substituir elementos na fórmula, mas não interpretam a questão porque não conseguem visualizar o sólido citado, principalmente quando a figura é formada por mais de um dos sólidos geométricos estudados como, por exemplo, um prisma e uma pirâmide. Basta mudar pouca coisa e os alunos não conseguem mais resolver as atividades. É muito importante que o aluno visualize a figura para que não seja tão difícil responder as atividades.

Seabra (2012) diz que *“a habilidade de visualização espacial encontra-se aplicada nas mais variadas áreas do conhecimento e se apresenta como um tema de investigação bastante explorado, abrangendo o estudo de questões ainda em debate principalmente pela psicologia cognitiva”*. Através dessa afirmação pode-se ver que o aluno que aprende bem as propriedades geométricas poderá futuramente se beneficiar dependendo da escolha de sua profissão que poderá ser em uma área de interesse como engenharia, por exemplo, e que necessite de um bom conhecimento de geometria espacial.

A fala de Seabra (2012) ressalta mais uma vez a importância de busca de novos métodos para melhorar o aprendizado dos alunos. Moran, Masettoe e Behrens (2000) afirmam que a vivência, experimentação e o estabelecimento de vínculos tornam melhor o aprendizado das pessoas.

Para Santiago (2015) o computador está intimamente associado ao cotidiano dos jovens e ainda ressalta que o computador é um recurso interativo e dinâmico. O computador pode ser então um grande aliado na sala para despertar a atenção e interesse do aluno.

Souza (2014) afirma que o computador e seus aplicativos hoje representam uma forma de observar a educação.

É necessário buscar recursos que os jovens utilizam e planejar uma aula com auxílio do computador que, como citado anteriormente, é um recurso que faz parte do cotidiano deles pode ajudar muito na participação do aluno durante a aula. O aluno desmotivado, normalmente não presta atenção na aula e, conseqüentemente, perde importantes informações e também a linha de raciocínio. Esse aluno provavelmente procura outras possibilidades e pode acabar tumultuando a aula levando outros alunos a ter o mesmo comportamento inadequado como, por exemplo, conversa sem relação com o assunto que está sendo proposto na aula. Outro desconforto causado é o fato que muitos alunos têm celulares com jogos e que se conectam com as redes sociais podendo causar situações desconfortáveis na sala de aula, uma vez que o professor, geralmente, solicita que o aluno guarde o aparelho e pode acontecer deste último resolver desafiar e não acatar o pedido comprometendo o andamento da aula, a tranquilidade da turma e o aprendizado. O celular é apenas uma dentre outras distrações para os alunos, que consideram a aula menos interessante que os aparelhos que os conectam a redes sociais ou aos aplicativos com jogos, por exemplo.

Boruchovitch apud Rodrigues et al (2011) diz que “muitos professores apontam a falta de motivação dos alunos como uma das questões cruciais no contexto escolar”. Uma maneira de motivar os alunos e de minimizar o envolvimento deles com assuntos extraclasse, e que não fazem parte da aula, é atrair a atenção para o professor com o uso de um recurso interessante que faça com que o aluno recupere o foco na aula. O computador, como mostrou a pesquisa do CGI, é uma ferramenta que está presente na maior parte das escolas e pode ser de grande valia para concentração dos alunos na aula. Mesmo que algum aluno não tenha interesse, quando vê a maioria de seus colegas interessados na aula e aprendendo a matéria sua curiosidade sobre o que os colegas estão fazendo é despertada e assim acaba participando e provavelmente irá gostar. De acordo com Tanbellini (2012) além do benefício da motivação e do rápido retorno há também a vantagem que os alunos, graças à agilidade proporcionada pelas tecnologias de informação e comunicação (TICs), avançam além do conteúdo curricular. Gouveia apud Brito et al (2012), esclarece que “...nos Laboratórios Virtuais a interatividade, a manipulação e o controle do ambiente por parte do aluno reforçam ainda mais a motivação do mesmo e permite-lhe sentir-se mais à vontade, dominando um universo que compreende e apreende mais facilmente, mas sempre com o apoio e orientação do professor.” O aluno passa a fazer parte desse universo quando está trabalhando com as figuras no computador.

Fonseca (2014) fez um trabalho de comparação de resultados para verificar o aprendizado em estatística utilizando a metodologia de *Aprendizagem Assistida por Computador (Computer Assisted learning - CAL)* com alunos que gostam e não gostam de matemática. Comparando os resultados dos alunos na aula utilizando quadro e pincel, houve diferença significativa entre as médias dos alunos que gostam e dos que não gostam de matemática. Diferença esta, que foi extinta quando a metodologia CAL foi colocada em prática, ou seja, mesmo que os alunos avaliados não gostassem de matemática, o desempenho na aula com o computador foi o mesmo em relação aos alunos que gostam de matemática. Embora o trabalho tenha sido na área de estatística, a metodologia pode ser utilizada para qualquer conteúdo e o importante é observar que o resultado mostra, mais uma vez, que os alunos ficam motivados com o uso do computador e utilizar softwares educacionais ou adaptar um software como o Blender para o ensino é de grande valia para melhorar o índice de aprendizado.

A geometria espacial é um conteúdo fundamental para o aluno, uma vez que, figuras geométricas estão presentes em diversos locais, como casas, prédios, copos, mesa, cama, etc. Piaget apud Azevedo et al (2011) faz um estudo do desenvolvimento do espaço e diz que “toda a investigação psicológica é suscetível à aplicação prática.” Isso indica que é importante que o aluno não trabalhe com figuras geométricas apenas nos livros. O blender, por ser um software tridimensional e possuir os elementos geométricos necessários para desenhar os sólidos que devem ser apresentados, proporciona aos alunos a prática através da construção das figuras geométricas e modificação das mesmas. Azevedo afirma ainda que Piaget faz, em sua obra, estudos sobre como acontece a representação da noção do espaço nos seres humanos. Percebe-se com isso a importância da geometria espacial na educação e esta pesquisa busca auxílio através do programa blender para o ensino deste conteúdo. Moreira apud Rocha et al (2011) diz que “o computador munido de softwares educativos adequados a certo contexto irá ajudar aos alunos na percepção e compreensão de alguns assuntos matemáticos, tais como os conceitos advindos da geometria espacial”

2.3 Socialização do conhecimento e a influência da geometria nas profissões

Os PCNs, destacam que o acesso à educação é direito de todos, conforme está previsto na Lei de Diretrizes e Bases (LDB). Facilitar o acesso aos novos trabalhos torna-se, assim uma ideia lógica. Surgem então os repositórios de objetos de aprendizagem (ROA). Fabri (2012) diz que há vários repositórios de objetos de aprendizagem (ROA) bem sucedidos. “Os repositórios de objetos de aprendizagem, por sua vez, tiveram origem em uma das ideias que permeiam a sociedade atual: a ideia de inteligência coletiva” (LEVY,1993,1998 apud OLIVEIRA et al, 2014). De acordo com Oliveira et al (2014) essa ideia de inteligência

coletiva está em constante crescimento e “encontra incentivo e suporte em acervos, de natureza cada vez mais virtual ou digital, de materiais informativos e educacionais.

“O conceito de inteligência coletiva possui como pilar fundamental, os saberes tecnológicos.” (OLIVEIRA et al, 2014). Nota-se, pelo texto do parágrafo anterior, a preocupação de socializar o saber que está acontecendo através do “mundo” virtual. Esse é mais um motivo para produção de material que pode ser armazenado em computador. Nesse trabalho com o blender, as figuras produzidas são sólidos virtuais. Isso torna possível que uma escola que não tem laboratório de matemática, mostre os sólidos aos seus alunos através de um computador. Se o professor desejar aprender a trabalhar com o blender, pode utilizar essas aulas, ou desenvolver sua própria aula no blender, para trabalhar com seus alunos.

A socialização do conhecimento é importante também por outro fator: preparar melhor os alunos para o momento que se tornarem profissionais. A geometria é um conteúdo de relevante importância em algumas profissões. A engenharia é uma delas. Sorby (1999) destaca a importância da habilidade de visualização espacial para a prática profissional do engenheiro e Velasco (2002) na engenharia as disciplinas de Desenho desempenham função importante para o desenvolvimento da cognição espacial. Seabra (2012) garante ainda “que a maioria dos estudantes ingressantes em cursos de Engenharia não apresenta um desenvolvimento satisfatório dessa capacidade cognitiva.” e que os estudantes de engenharia não conseguem” executar bem tarefas espaciais”.

A interdisciplinaridade é uma recomendação presente nos PCNs (BRASIL 2006) e também no conteúdo básico comum (CBC-MINAS, 2015). No texto dos PCNs é possível encontrar a seguinte instrução aos professores:

O currículo do ensino médio deve buscar a integração dos conhecimentos, especialmente pelo trabalho interdisciplinar. Neste, fazem-se necessários a cooperação e o compartilhamento de tarefas, atitudes ainda pouco presentes nos trabalhos escolares. O desenvolvimento dessas atitudes pode ser um desafio para os educadores, mas, como resultado, vai propiciar aos alunos o desenvolvimento da aptidão para contextualizar e integrar os saberes.

Os pcn + (2015) dizem que “A Matemática tem papel relevante nessa ação coletiva porque frequentemente ela é mitificada por sua pretensa dificuldade. É importante deixar claro que todos podem aprendê-la.”

Esse desenvolvimento da aptidão para contextualizar e integrar os saberes influencia numa formação mais adequada do profissional, pois ele terá condições de aplicar seu conhecimento. A geometria sozinha parece não fazer sentido, mas passa a ter maior

significado quando usada, por exemplo, para calcular a quantidade de água que será utilizada para encher uma piscina ou a quantidade de leite que cabe numa caixa de determinado tamanho. Os textos sobre interdisciplinaridade dos PCNs e do CBC citados anteriormente sugerem esse tipo de trabalho. Os PCNs (2015) dizem que

não basta revertermos a forma ou metodologia de ensino, se mantivermos o conhecimento matemático restrito à informação, com as definições e os exemplos, assim como a exercitação, ou seja, exercícios de aplicação ou fixação. Pois, se os conceitos são apresentados de forma fragmentada, mesmo que de forma completa e aprofundada, nada garante que o aluno estabeleça alguma significação para as ideias isoladas e desconectadas umas das outras.

Quando o professor utiliza o Blender para ensinar geometria há interdisciplinaridade entre matemática e informática, podendo despertar o interesse do aluno para a área profissional, pois o Blender (como informado na secção 1.2) é um software criado para fins comerciais, podendo assim ser utilizado para fazer plantas de casa (ou o desenho da casa), simular o motor de um carro em funcionamento ou até mesmo produzir propagandas. O Blender tem recursos de iluminação para fotos e gravação de vídeos, além de possibilitar a criação de articulações humanas sendo possível produzir um filme com iluminação adequada e personagens. Durante as aulas o professor deve citar exemplos ao ensinar uma forma geométrica. Para finalizar esta secção, a seguir há alguns trechos dos PCNs (2006) que ressaltam a importância do uso de programas de computador (softwares) no ensino de geometria que dão sustentação a este trabalho pelo fato do Blender possibilitar a construção das situações presentes no texto:

[...] a matemática para entender a tecnologia e a tecnologia para entender a matemática [...] Feita uma construção, pode-se aplicar movimento a seus elementos, sendo preservadas as relações geométricas impostas à figura – daí serem denominados programas de geometria dinâmica. Esses também enriquecem as imagens mentais associadas às propriedades geométricas. [...] Com a geometria dinâmica também se pode fazer modelação geométrica. Isso significa captar, com a linguagem geométrica, o movimento de certos mecanismos (uma porta pantográfica, um ventilador, um pistão) ou os movimentos corporais (o caminhar, o remar, o pedalar). Identificar o elemento que desencadeia o movimento e, a partir dele, prosseguir com uma construção sincronizada, em que se preserva a proporção entre os elementos, exige, além de conhecimento em geometria, uma escolha de estratégia de resolução do problema, com a elaboração de um cronograma de ataque aos diferentes subproblemas que compõem o problema maior. É uma atividade que coloca em funcionamento diferentes habilidades cognitivas – o pensar geométrico, o pensar estratégico, o pensar hierárquico. (BRASIL 2006)

3. METODOLOGIA DA PESQUISA

3.1 Preparação

Esta pesquisa quali-quantitativa foi realizada no período de junho de 2014 a abril de 2015. A primeira parte deste trabalho foi estudar os comandos do blender necessários para preparar, e desenvolver na sala com os alunos, a aula de geometria espacial. A outra parte consistiu em preparar e gravar a aula que foi ministrada em duas turmas (classificadas em turma 1 e turma 2) do segundo ano do ensino médio do Instituto Federal do Norte de Minas Gerais - Campus Salinas - com uma autorização informal do diretor de ensino e do professor da disciplina.

A aula foi preparada de acordo com as orientações dos parâmetros curriculares nacionais (PCNs) e do conteúdo básico comum do estado de Minas Gerais (CBC-MINAS) e em livros didáticos utilizados por escolas públicas. Na turma 1 a aula ministrada foi expositiva e o conteúdo explicado utilizando apenas quadro, pincel e apagador. A turma 2 recebeu aula no laboratório de informática onde, além de quadro, pincel e giz, o professor contou com outro recurso didático: o computador. Em cada máquina foi instalada a versão 2.70 do Blender para Windows 64 bits. A aula foi preparada com base nos manuais utilizados no ensino médio. A aula foi gravada usando o programa atube catcher para que os alunos tivessem contato com toda a interface do blender durante a aula e visualizassem a utilização de seus comandos, mas os vídeos podem ser gravados com recursos do próprio Blender uma vez que este dispõe de elementos para fazer gravações. Outro motivo para a aula não ter sido gravada no Blender, é porque a proposta é que o aluno utilize o blender junto com o professor e participe ativamente da aula ao invés de ficar apenas observando. É interessante que participe da aula construindo as figuras, salvo se, não houver um laboratório com computadores na escola ou se não estiver disponível. Mesmo assim é interessante que os alunos, que têm computador, instalem o Blender em seus computadores e tentem reproduzir as figuras. A participação envolvendo a prática (não apenas a parte teórica) do aluno é fundamental porque motiva e facilita o aprendizado.

3.2 A aula de modo geral

No início da aula as primeiras figuras foram feitas na sala pelo autor e os alunos foram reproduzindo nos computadores. Quando os alunos familiarizaram com o Blender e seus

comandos a gravação foi usada para que os alunos acompanhassem através da vídeo aula e o autor apenas ficou no controle dos vídeos iniciando e pausando a gravação além de esclarecer dúvidas dos alunos quando necessário. A gravação também foi interessante para verificar como os alunos se saíam sem a ajuda do professor, como se estivessem assistindo a uma vídeo aula em casa, por exemplo. Pelas dúvidas dos alunos percebeu-se que é interessante que, pelo menos no início da aula, o professor faça as figuras, ou no mínimo acompanhe os alunos já que a quantidade de comandos do Blender é grande e eles precisam acostumar até que possam trabalhar sozinhos. Esse fato mostra que o professor é necessário na sala de aula. Caso haja algum professor que não utilize a tecnologia por ter receio de ser substituído por ela, nessa aula ficou evidente a necessidade do professor. Os parâmetros curriculares nacionais também dizem que o professor sempre será necessário, pois se os alunos pudessem aprender sozinhos não fracassariam tanto em matemática.

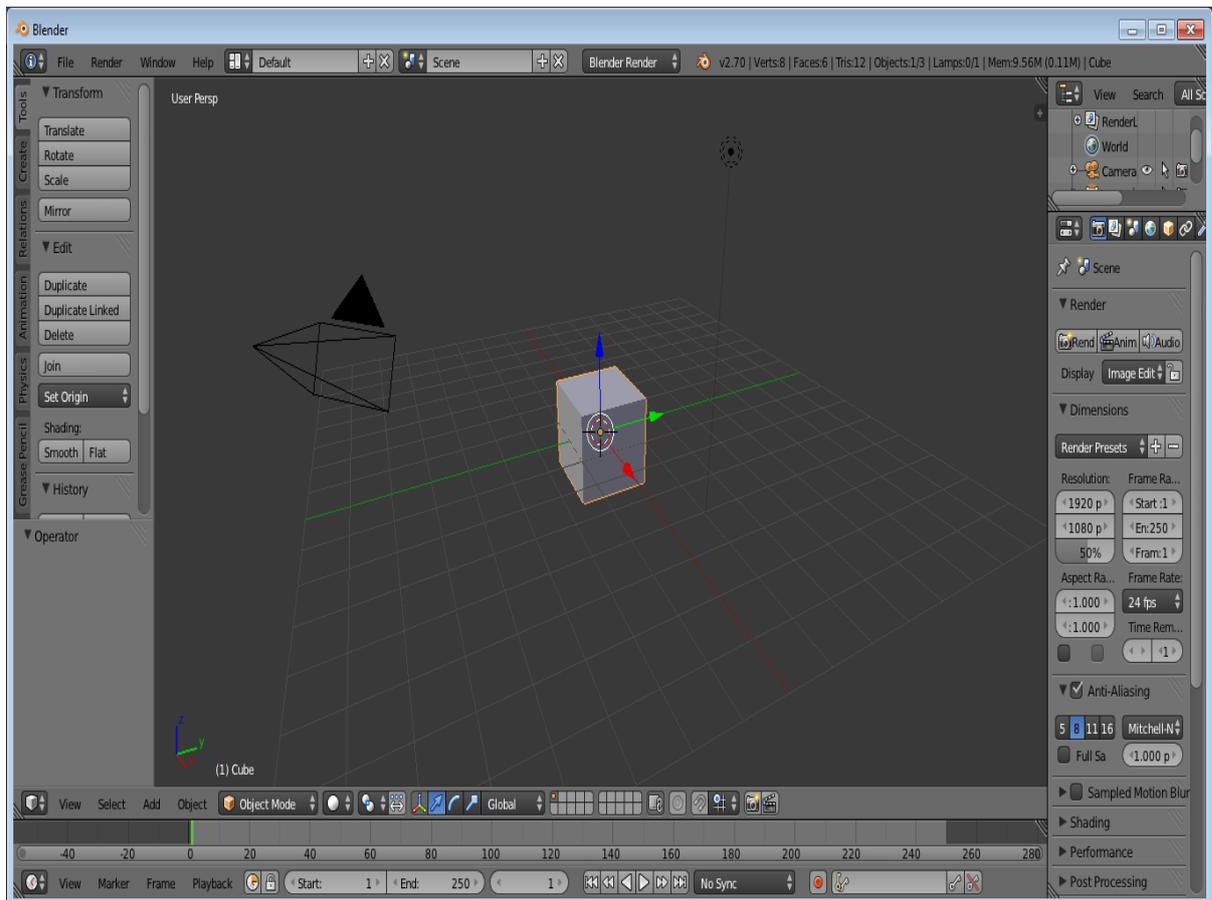
No final, após a apresentação do conteúdo, foi aplicado um teste para verificar o desempenho dos alunos. Após a avaliação, sem consulta, a correção foi feita junto com os alunos, mas estes não puderam alterar suas respostas e por isso eles tiveram que guardar os lápis, lapiseiras e canetas antes da correção iniciar. A finalidade de fazer essa correção prévia é verificar, com maior profundidade, qual (quais) o(s) motivo(s) de terem errado ou de não saberem certa questão além de poder saber se o aluno que acertou foi por sorte ou porque raciocinou corretamente. O professor (autor), em cada questão, falava a resposta correta e pedia aos alunos que acertaram para levantar a mão, sendo feita, nesse momento, a contagem da quantidade de acertos e as devidas justificativas dos alunos, caso o acerto tenha sido coincidência. O mesmo procedimento foi realizado com os alunos que erraram e que não sabiam a questão em análise. Eles explicaram o que aconteceu, porque não acertaram a referida questão ou não conseguiram respondê-la. É evidente que foi feita a correção das atividades pelo professor após recolher os questionários para verificar se as quantidades de acertos, erros e desistências são idênticas às anteriormente discutidas com os alunos, de modo a garantir a exatidão da apuração e dessa forma fazer uma análise com os dados corretos. Essa primeira correção junto com os alunos foi importante porque eles justificaram a desistência, o erro ou o acerto da questão, pois dessa forma poderíamos, posteriormente, fazer uma melhor discussão dos resultados. A avaliação, que se encontra no apêndice C foi a mesma para as duas turmas e foi elaborada com o intuito de verificar se os alunos conseguiriam reconhecer as figuras, compará-las, calcular a área total de cada uma delas e seus volumes.

3.3 Desenvolvimento da aula

Nesta secção será descrito como funcionou todo o processo de ensino na aula. O primeiro passo foi instalar o Blender nos computadores do laboratório. Como necessitava de autorização e acompanhamento do técnico do Instituto Federal, ele iniciou junto com o autor desse trabalho o processo de instalação do blender. Enquanto um copiava o instalador para os computadores o outro instalava. O processo total, iniciado ao baixar o Blender e finalizado no momento que estava pronto para ser utilizado em todas as máquinas, durou quarenta e cinco minutos e dezesseis segundos. O Blender foi colocado em 17 computadores.

Iniciando a aula o professor (autor) apresentou-se aos alunos e os instruiu a ligar os computadores, abrir o Blender e observar sua interface representada na Figura 1.

Figura 1: Interface do Blender

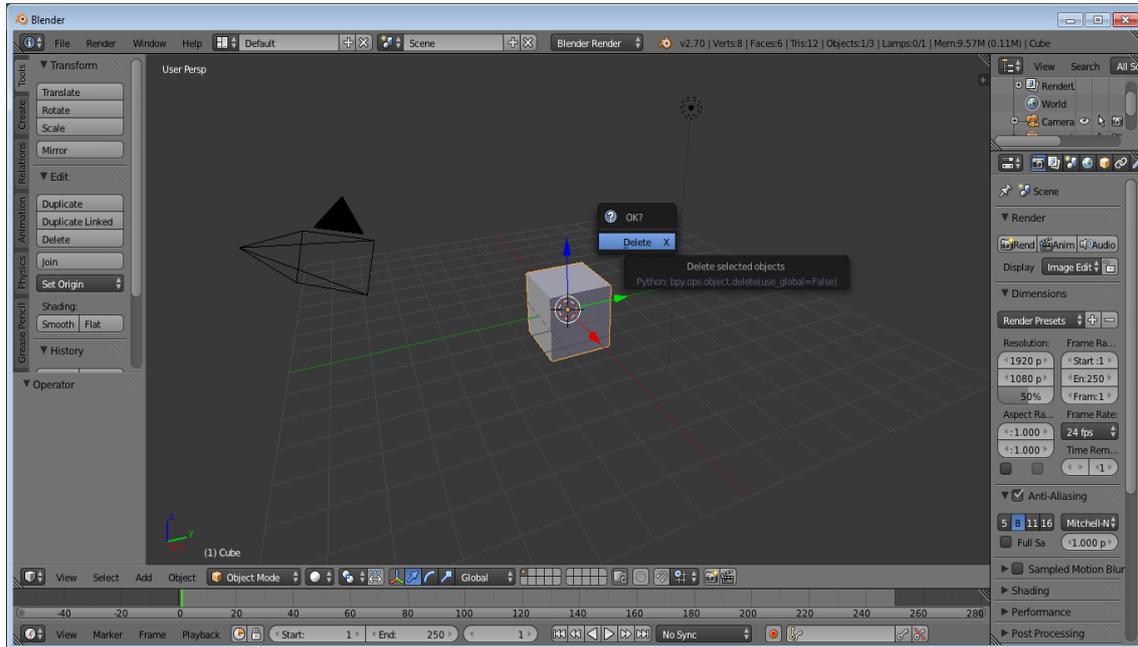


Fonte: o autor

A partir daí os alunos foram orientados a seguir as instruções do autor para aprender os comandos básicos do Blender e desenhar as primeiras figuras geométricas.

A primeira orientação foi excluir o cubo, que estava previamente selecionado, pressionando a tecla “x” e clicando em delete na tela do Blender (Figura 2).

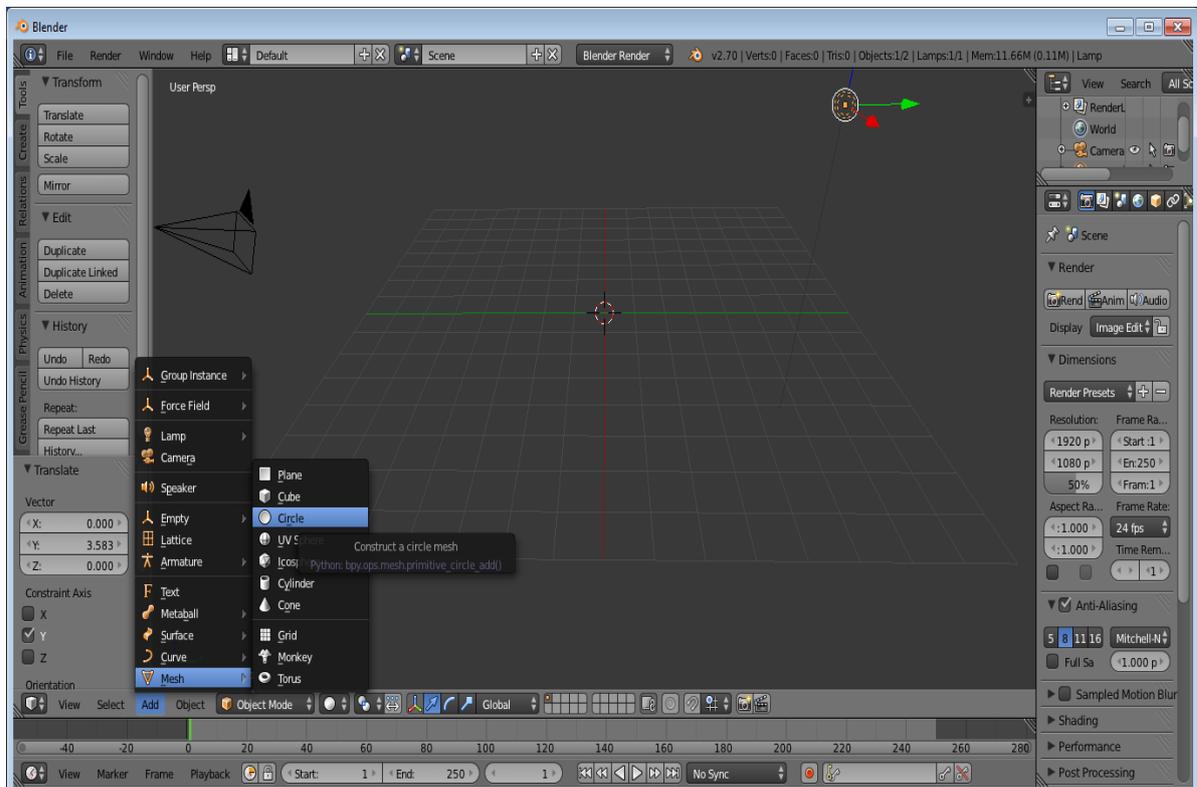
Figura 2: Deletando uma figura



Fonte: o autor

A seguir os alunos foram instruídos a adicionar um triângulo usando a sequência de comandos Add, mesh e circle (Figura 3).

Figura 3: Inserindo um polígono

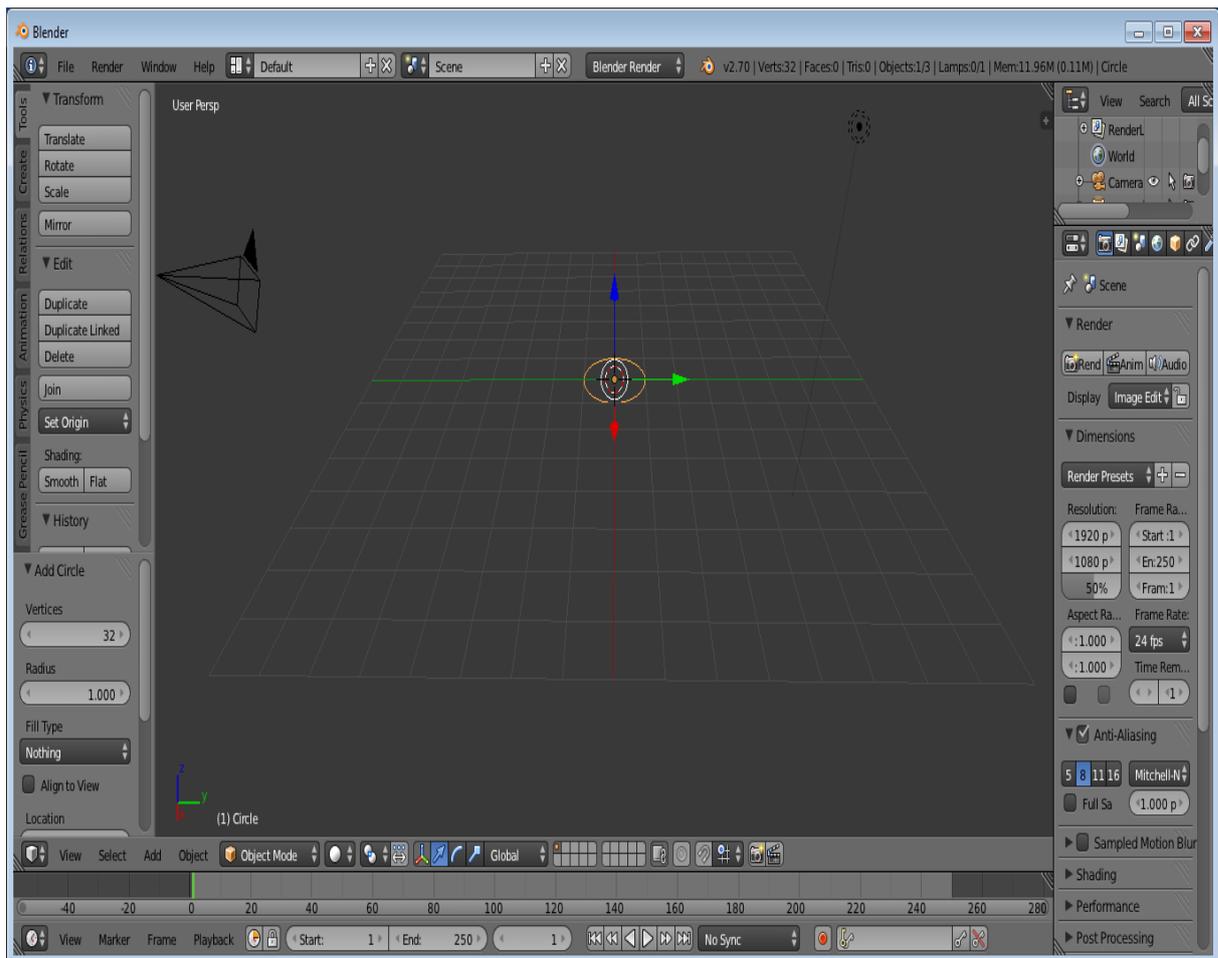


Fonte: o autor

Ao clicar em circle o aluno verá um círculo de cor laranja no meio da malha quadriculada. Na barra vertical da lateral esquerda é possível modificar o número de vértices na opção “vértices”, localizada um pouco abaixo da metade dessa mesma barra. Em geral o número de vértices que aparece ao iniciar o programa é 32.

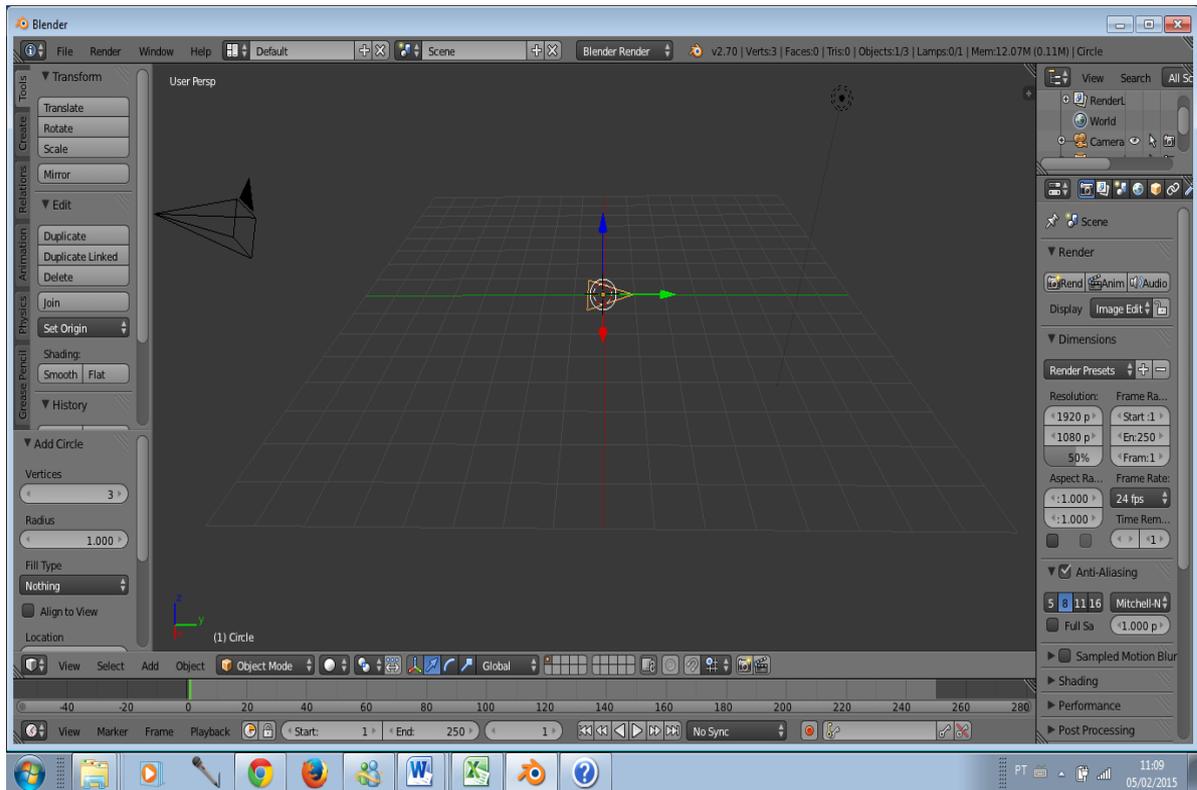
Os alunos foram instruídos a modificar para três o número de vértices para que, no lugar da circunferência, apareça um triângulo, que será a base de um prisma triangular. Uma observação importante é que assim que a circunferência surge na tela seu número de vértices deve ser alterado, pois se houver algum clique na área de desenho antes de alterar o número de vértices, a opção para alterá-los desaparecerá e será necessário deletar a figura que foi inserida e criar outra. Pode-se ver nas Figuras de 4 a 7 como proceder para obter o triângulo e para visualizá-lo adequadamente.

Figura 4: Mudando o número de vértices



Fonte: o autor

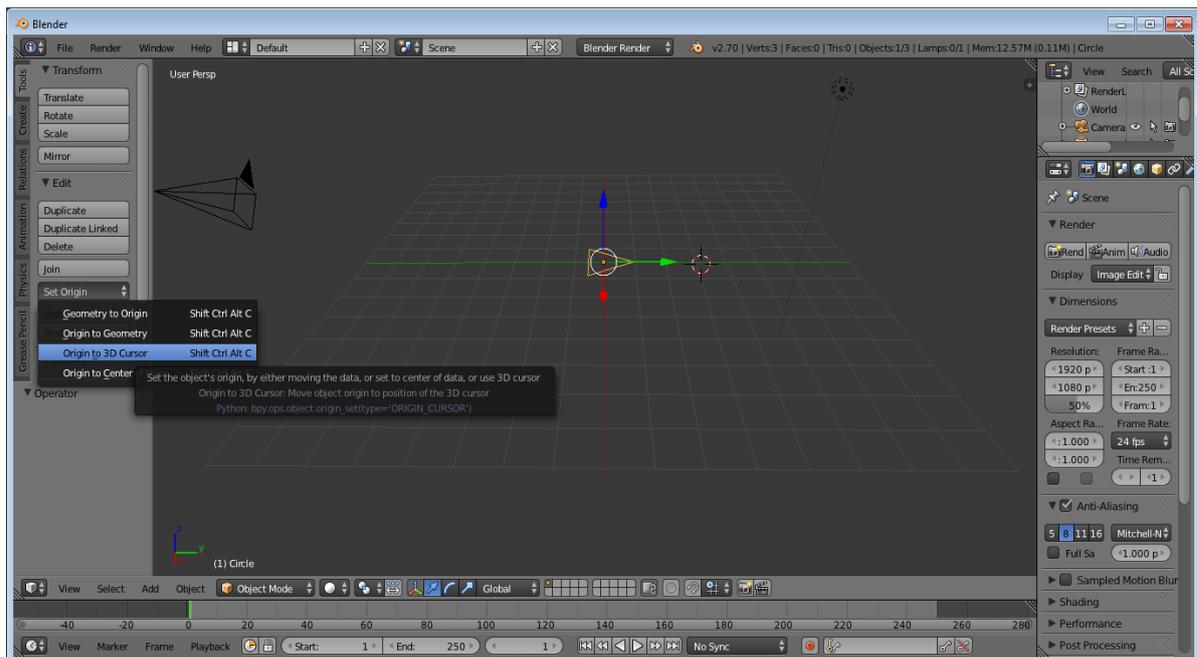
Figura 5: A base do prisma triangular



Fonte: o autor

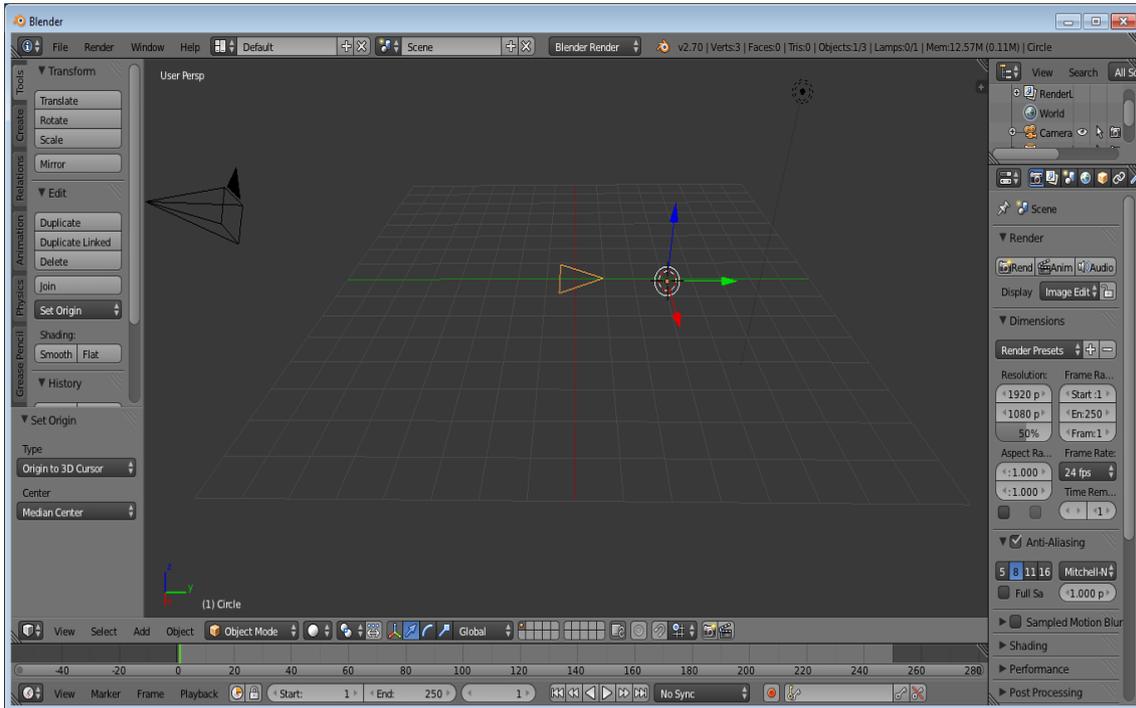
Para melhorar a visualização do triângulo clique fora deste com o botão esquerdo do mouse e vá a set origin (Figura 6). Clique com o botão esquerdo e logo depois pressione o mesmo botão em Origin to 3D Cursor.

Figura 6: Mudando a origem de posição



Fonte: o autor

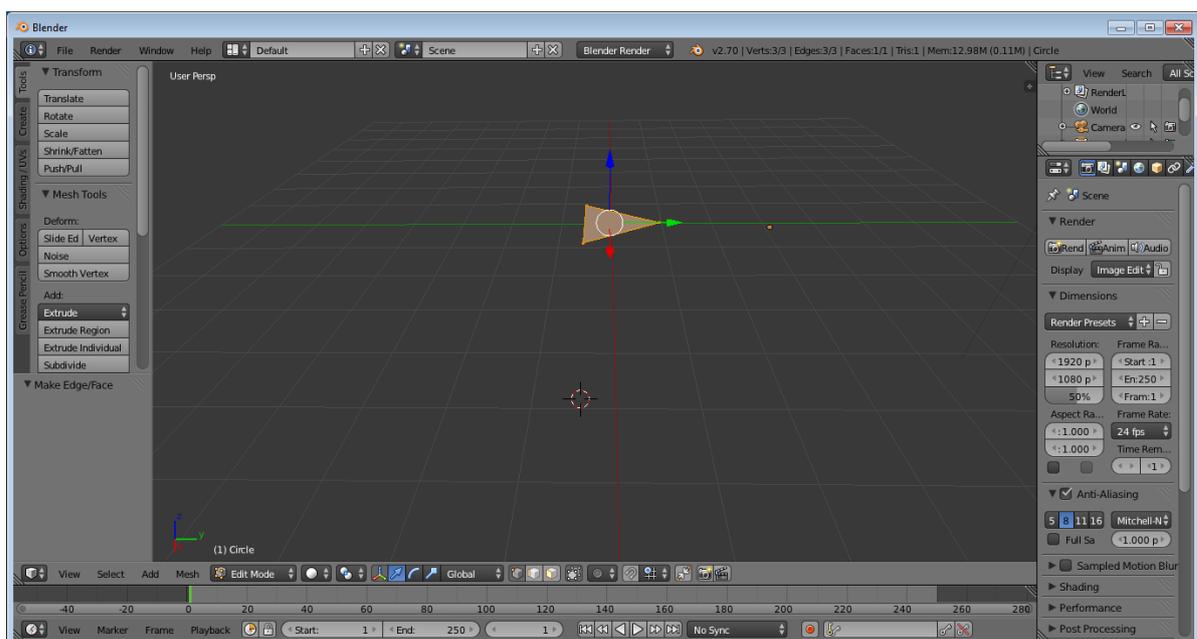
Figura 7: Origem fora do polígono



Fonte: o autor

Nesse momento os alunos já sabem como inserir um polígono no Blender. Agora os alunos deverão preenchê-lo, ou seja, relembrar e visualizar, geometricamente, a ideia de área de um polígono. O objeto deverá ser colocado no modo de edição pressionando a tecla Tab e em seguida digitar f para que o triângulo seja preenchido e assim sua área ficará representada (Figura 8).

Figura 8: Área de um polígono



Fonte: o autor

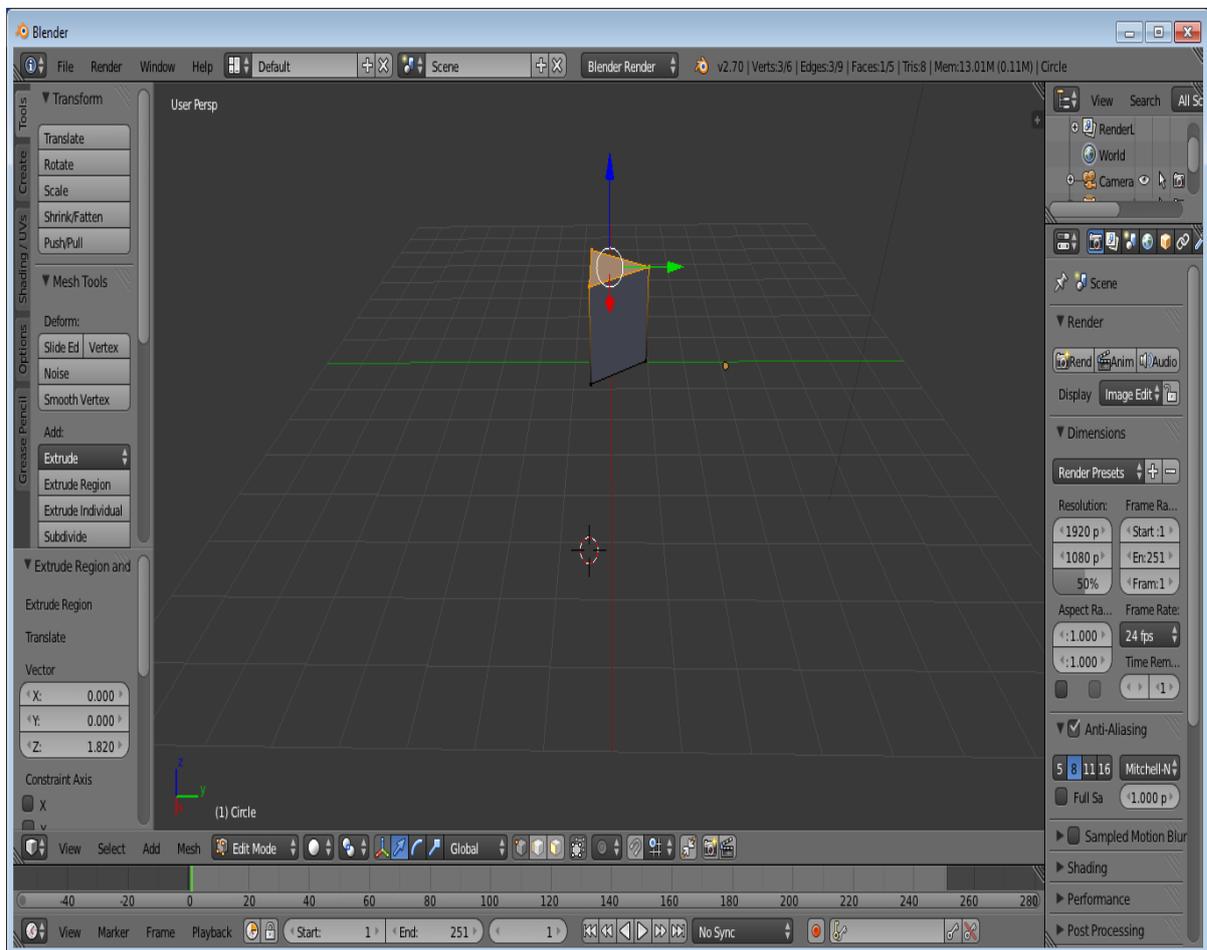
Depois de preenchida a área do triângulo, o próximo passo foi introduzir, geometricamente, para os alunos, o conceito de prisma e a ideia de volume. O comando “Extrude” foi o escolhido para gerar o prisma a partir do triângulo criado. Para construir a figura, os alunos foram orientados a utilizar a tecla “e” (atalho do comando Extrude) e logo em seguida “Z” (para que o triângulo se recriasse ao longo do eixo “Z”). Nesse instante, o eixo “Z” surgirá na tela e o ideal é que o mouse esteja próximo à figura, para ficar mais fácil arrastar o triângulo ao longo do espaço. Após pressionar “Z” eleva-se o cursor até uma certa altura, fazendo o triângulo “varrer” o espaço formando o prisma triangular reto (caso a tecla “Z” não seja acionada o prisma poderá ser reto ou oblíquo) como se vê na figura 9. A figura que acaba de ser construída será utilizada para introduzir os conceitos de face, base (que também é uma face), aresta, vértice, prisma, volume e área total.

Neste ponto os alunos visualizaram a formação do prisma e o preenchimento do volume ao longo do espaço. Esse é o momento de trabalhar a fórmula de volume. Os alunos acompanharam o polígono da base se arrastando até uma certa altura. Nesse momento foi perguntado a eles se percebiam que a região ocupada pelo sólido formado era equivalente ao produto da área do polígono da base multiplicada pela altura do sólido. Responderam que percebiam. E então a ideia de volume foi apresentada geometricamente aos alunos, de maneira menos formal que nos livros didáticos, mas de forma correta.

É interessante reforçar para os alunos que para construir um prisma é necessário escolher um polígono que será a base inferior do prisma. Ao arrastar esse polígono para fora do plano que o contém, sem rotacioná-lo em torno de nenhum dos eixos, a figura formada será um prisma. Um ponto importante a ser observado é o paralelismo das bases e também que elas são idênticas, sendo que uma não está rotacionada em relação à outra, ou seja, ligando os pontos correspondentes dos polígonos das bases, os segmentos formados são paralelos. Outro fator importante, é que as faces laterais dos prismas, são paralelogramos (no caso do prisma reto as faces laterais são, especificamente, retângulos). Definiu-se então o conceito de área total como a soma das áreas de todas as faces. Para que os alunos assimilassem melhor todos esses conceitos, foram instruídos a construir, pelo menos, mais três prismas: o quadrangular, o pentagonal e o hexagonal. Alguns alunos perguntaram como fariam esses prismas. É interessante despertar a curiosidade no aluno e incentivá-los a raciocinar. Alguns alunos perguntaram como seriam esses novos prismas que iriam construir e então foram estimulados a pensar. O autor respondeu com duas perguntas: “Se o prisma triangular é construído a partir de um triângulo quais serão os polígonos das bases dos prismas solicitados? E como dar nome a um prisma? Logo alguns alunos da turma se

manifestaram e disseram que o nome de um prisma tem relação com o número de lados do polígono presente nas bases. Sabendo os nomes dos prismas todos conseguiram realizar a tarefa proposta. No final da construção o prisma foi colocado de volta no modo objeto (da mesma maneira que foi colocado no modo de edição, pressionando a tecla “Tab”) para que o aluno pudesse rotacioná-lo em torno dos eixos tendo assim a vista completa de toda a figura. Para rotacionar o prisma livremente em uma direção qualquer basta clicar nele com o botão direito do mouse e pressionar a tecla “R” no teclado, e para rotacioná-lo ao longo de um dos eixos (X, Y ou Z) deve-se digitar a letra correspondente ao eixo desejado após pressionar a tecla “R”, para que o sólido gire em torno do eixo selecionado.

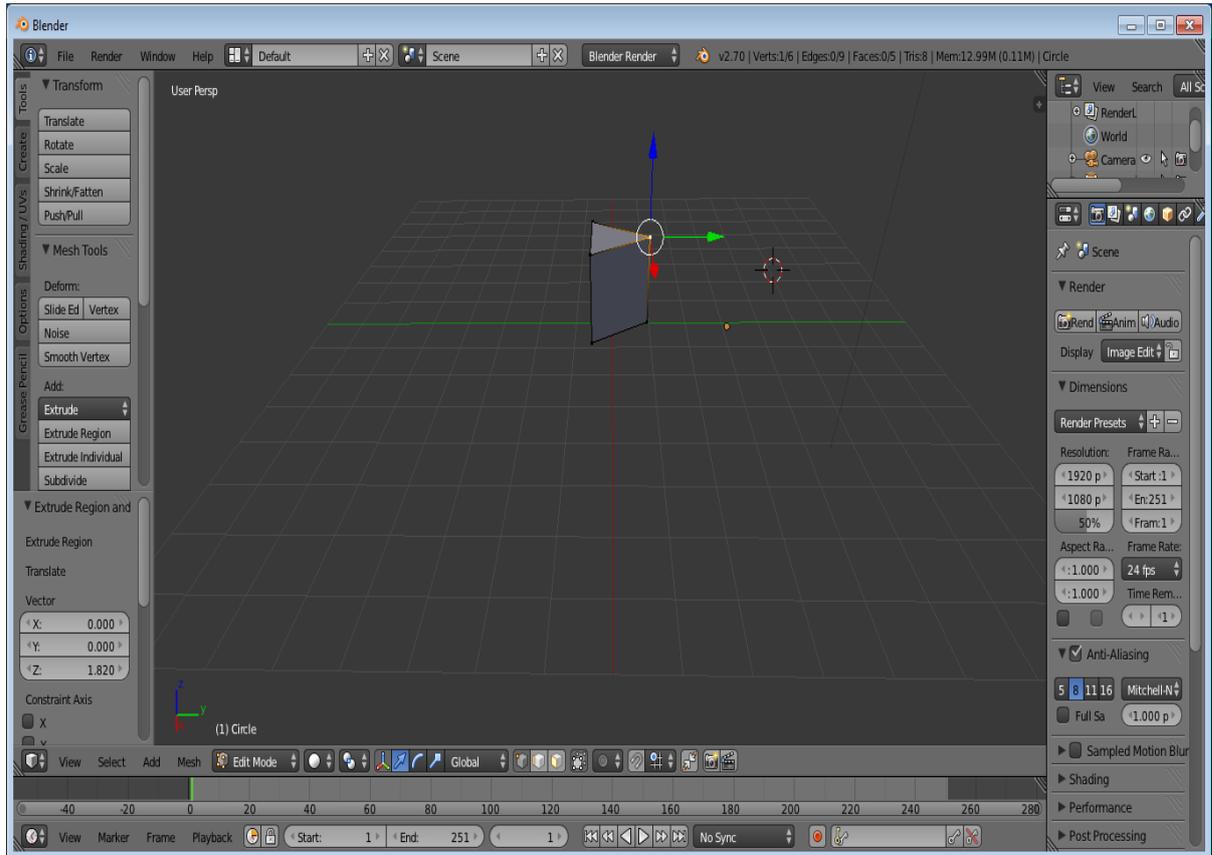
Figura 9: O prisma triangular reto finalizado em modo de edição



Fonte: o autor

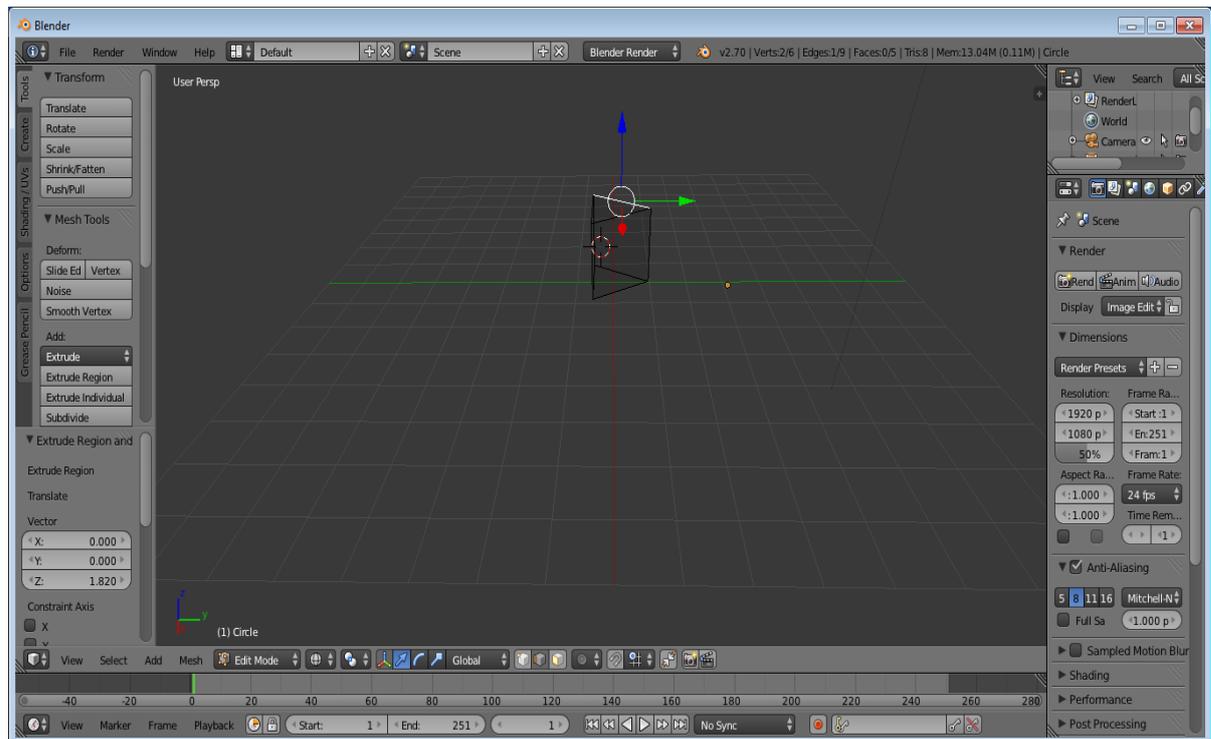
Durante a aula todas as faces, arestas e vértices foram apresentados aos alunos a pedido dos mesmos, pois alguns deles não sabiam identificar com precisão esses elementos. Nas Figuras 10,11 e 12 são apresentados respectivamente, um vértice, uma aresta e uma face lateral.

Figura 10: Vértice



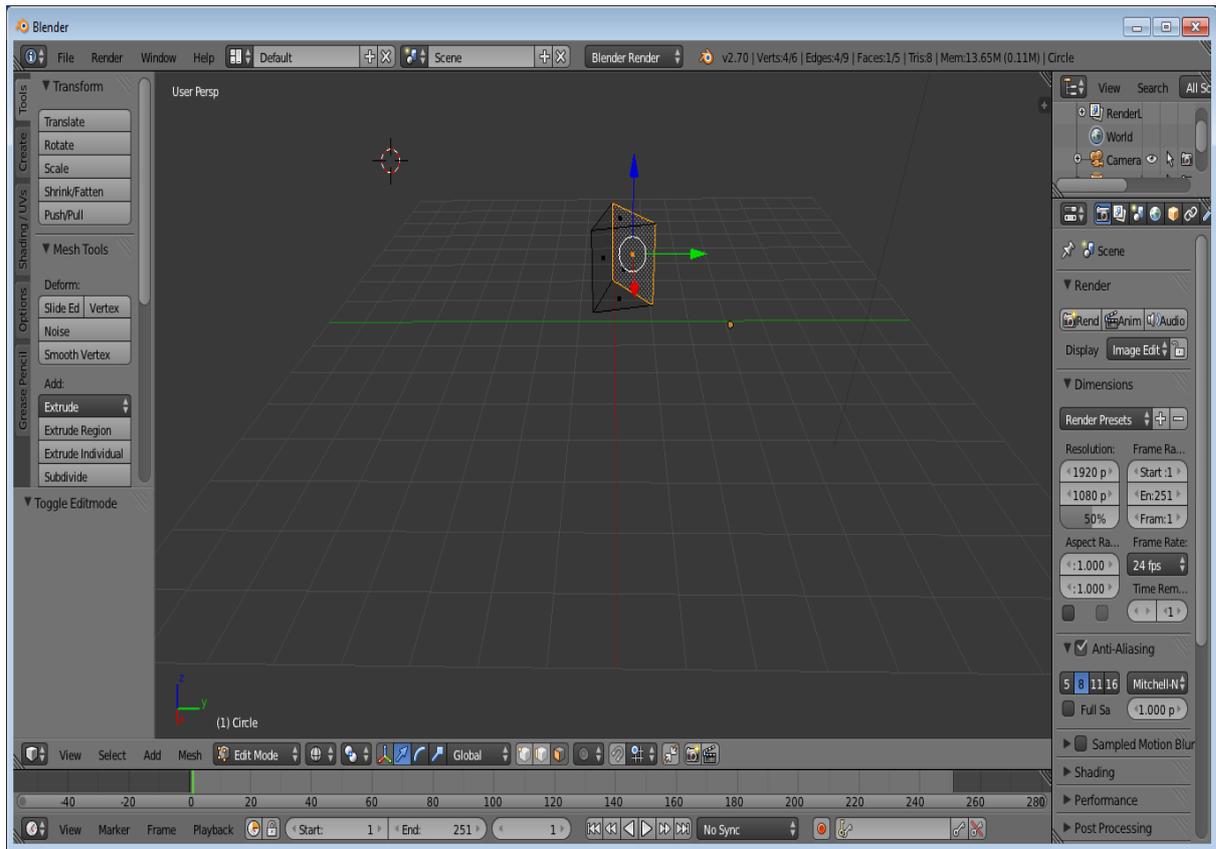
Fonte: o autor

Figura 11: Aresta



Fonte: o autor

Figura 12: Face lateral



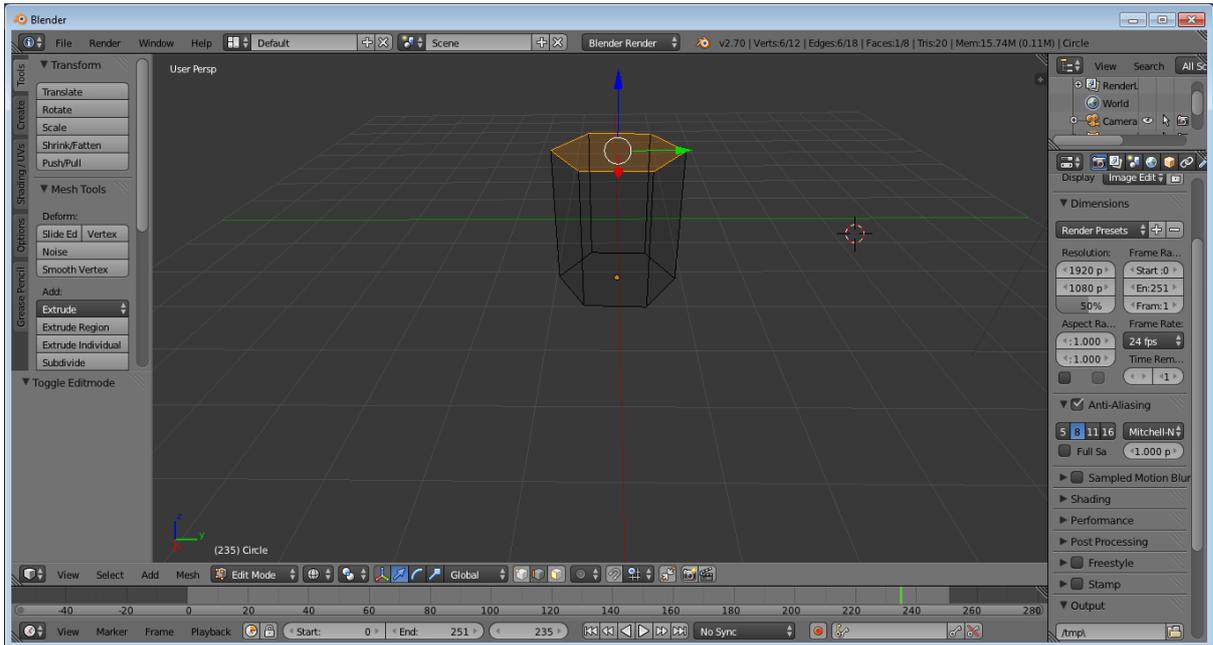
Fonte: o autor

É importante que o aluno reconheça os elementos de um prisma, pois eles são fundamentais no momento de calcular áreas e volume. O CBC (MINAS, 2015) recomenda que os alunos saibam identificar esses elementos.

Todos os prismas foram construídos pelos alunos da mesma maneira que o triangular. Coloca-se o polígono que se deseja para a base, preenche sua área e extruda para fora do plano que o contém. Após fazer esse procedimento transforma o prisma novamente para o modo objeto.

A mesma ideia foi aproveitada para a construção das outras figuras. A pirâmide se difere do prisma porque no lugar da base superior haverá apenas um ponto como pode ser observado na Figura 14. Nessa mesma figura pode-se verificar que as pirâmides têm apenas uma base e suas faces laterais são triangulares. A área total da pirâmide é a soma da área da base com a área de cada face lateral e seu volume é a terça parte do volume do prisma de mesma base e mesma altura. Sua construção no Blender pode ser feita desenhando um prisma e transformando uma de suas bases em um ponto (de preferência a superior para que a pirâmide não fique virada para baixo). Um prisma hexagonal foi desenhado até o momento em que sua base superior ficou selecionada. A seguir, na Figura 13 é possível ver a base destacada.

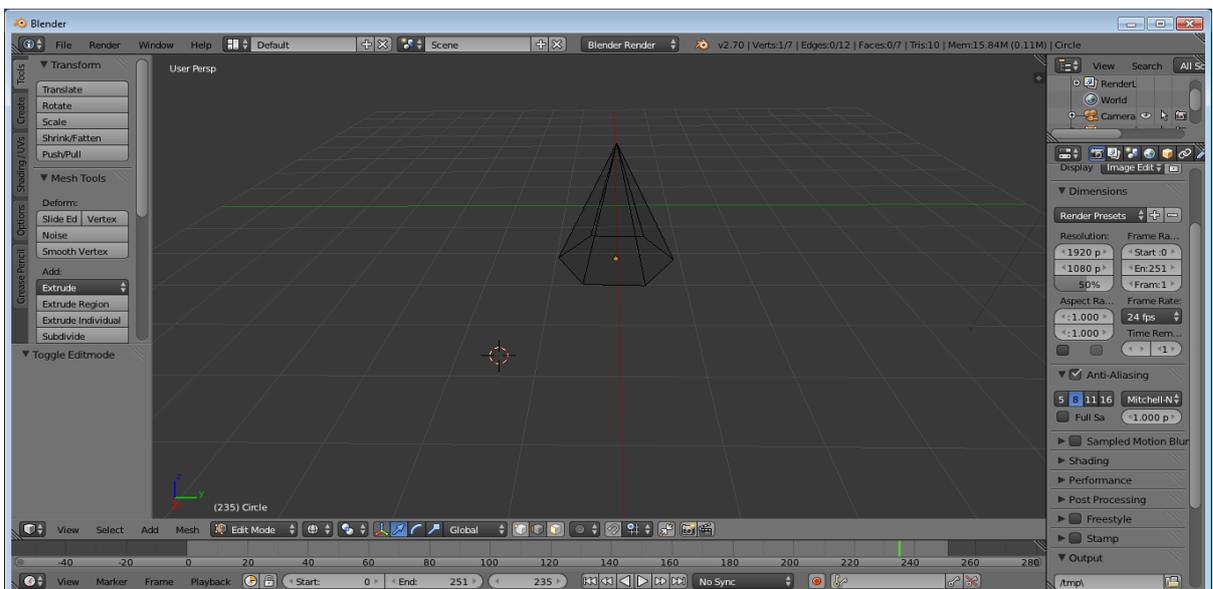
Figura 13: Prisma hexagonal



Fonte: o autor

A próxima ação será fundir a base que está selecionada pressionando simultaneamente as teclas Alt e M. Aparecerá três opções e a escolhida deverá ser “at center”. Surgirá aí a pirâmide hexagonal representada na Figura 14. Todas as outras pirâmides deverão ser feitas da mesma maneira.

Figura 14: Pirâmide hexagonal



Fonte: o autor

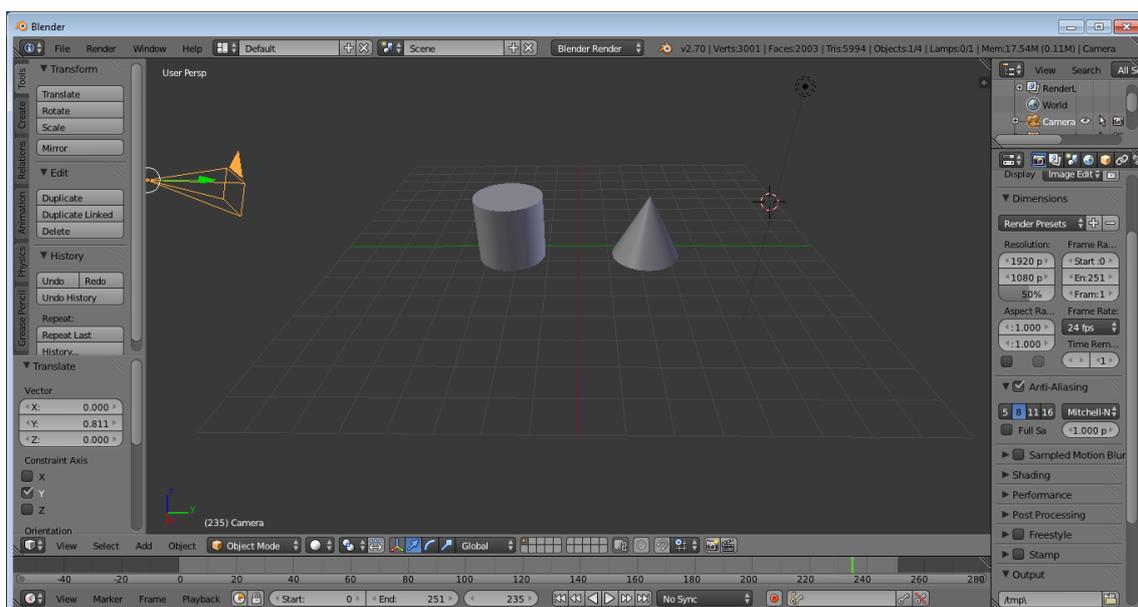
O cilindro tem a mesma sequência de construção do prisma. O ideal é que se escolha uma quantidade igual ou superior a mil pontos para que a base tenha o formato de uma circunferência para que ao ser extrudada formará um cilindro. Nesse momento é interessante

que o professor aproveite a oportunidade para mostrar ao aluno que quando a quantidade de lados (ou de vértices) de um polígono regular vai aumentando, ele tende a se transformar em uma circunferência (isso ocorrerá quando o número de lados tender para o infinito) e isso foi comentado na ocasião pelo autor. No blender quando o número de lados é igual a mil (1000), por exemplo, já se observa uma circunferência.

O cálculo do volume do cilindro também foi comparado ao do prisma: o produto da área da base pela altura (com a diferença que a base do cilindro é sempre uma circunferência). A área lateral do cilindro é calculada multiplicando-se o comprimento da circunferência da base pela altura do cilindro. A área total do cilindro é a soma das áreas das duas bases com a área lateral, como se observa na planificação do cilindro representada na Figura 20. O cilindro foi construído com mesma ideia do prisma conforme recomenda o CBC (MINAS, 2015). O volume dos dois apresenta a mesma ideia e fórmula básica. Além disso, foi utilizado o comando que destaca apenas as arestas do prisma para que os alunos vissem todos os seus elementos (vértices, arestas e faces) também conforme o CBC recomenda.

O cone é construído a partir de um cilindro da mesma forma que a pirâmide foi construída a partir de um prisma (após a construção do cilindro a base superior é transformada em um ponto). O volume do cone e da pirâmide também foram comparados em sua forma básica. As comparações do cone e pirâmide foram feitas conforme orienta o CBC (MINAS, 2015). A Figura 15 mostra o cilindro e um cone com o objetivo de comparação e visualização das diferenças entre as duas figuras.

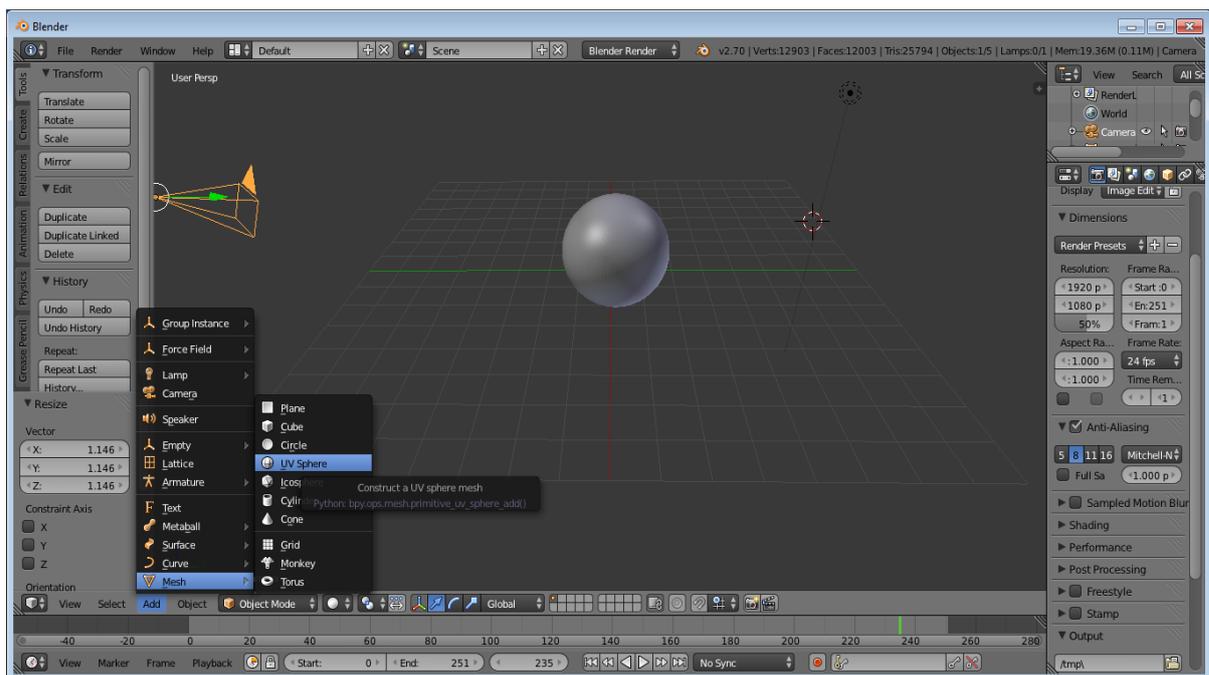
Figura 15: Cilindro e cone



Fonte: o autor

Para construir uma esfera os alunos foram orientados a seguir o procedimento que é o mesmo usado na construção de um polígono, mas no final ao invés de escolher a opção “circle” deve-se escolher “UV Sphere”. Será gerada uma esfera. Na barra de ferramentas vertical à esquerda haverá dois campos: segments e rings, ambos deverão ser preenchidos com o valor 1000 (esse valor era inserido no campo vértices quando a opção escolhida era circle) para que a esfera seja visualizada lisa. A Figura 16 ilustra o esquema. Após construir a esfera foi solicitado aos alunos que construíssem, sozinhos, cada um dos sólidos trabalhados, na ordem que foram feitos anteriormente, com o intuito de verificar o aprendizado e também se eles haviam memorizado os passos para construção de sólidos no blender. Praticamente todos conseguiram construir. Na turma 1 (que não utilizou o Blender) houve grande dificuldade de boa parte dos alunos para realizar os desenhos das figuras no caderno. Muitos alunos não desenharam.

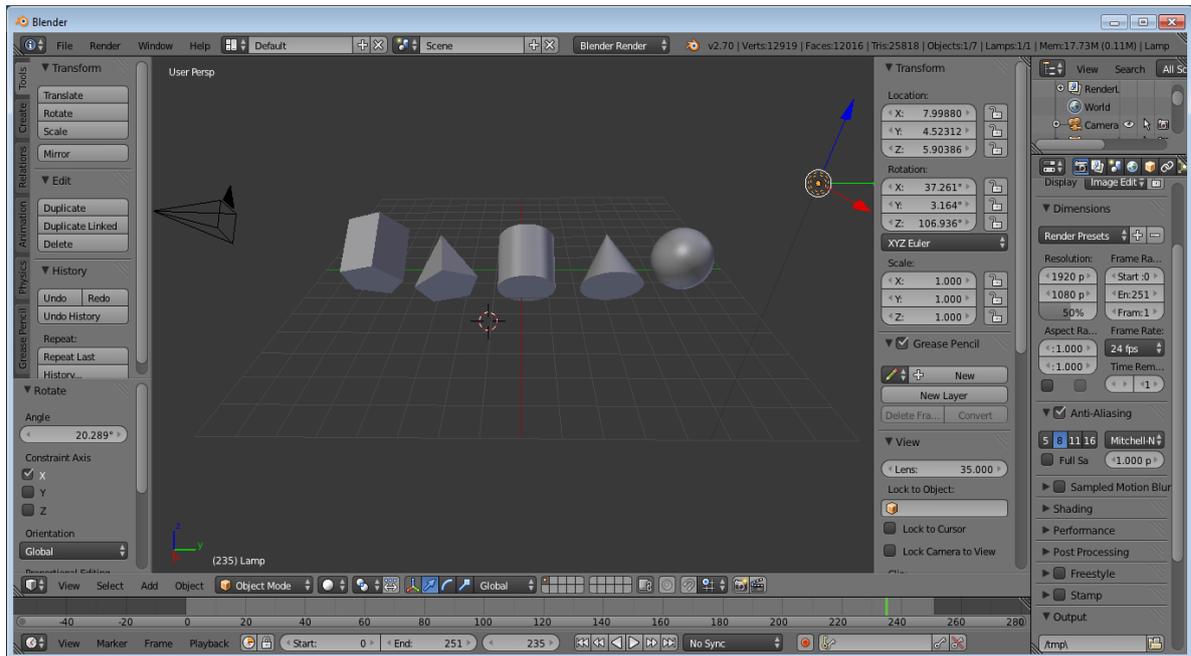
Figura 16: Esfera



Fonte: o autor

A Figura 17 mostra uma rotação até um determinado ponto, de cinco sólidos juntos (um prisma, uma pirâmide, um cilindro, um cone e uma esfera) de modo que seja possível ver a base inferior dos sólidos (com exceção da esfera) em torno do eixo “Y”. Foi perguntado aos alunos os nomes de cada um deles. A intenção, ao colocar todos os sólidos juntos, é que o aluno visualize melhor as diferenças entre eles.

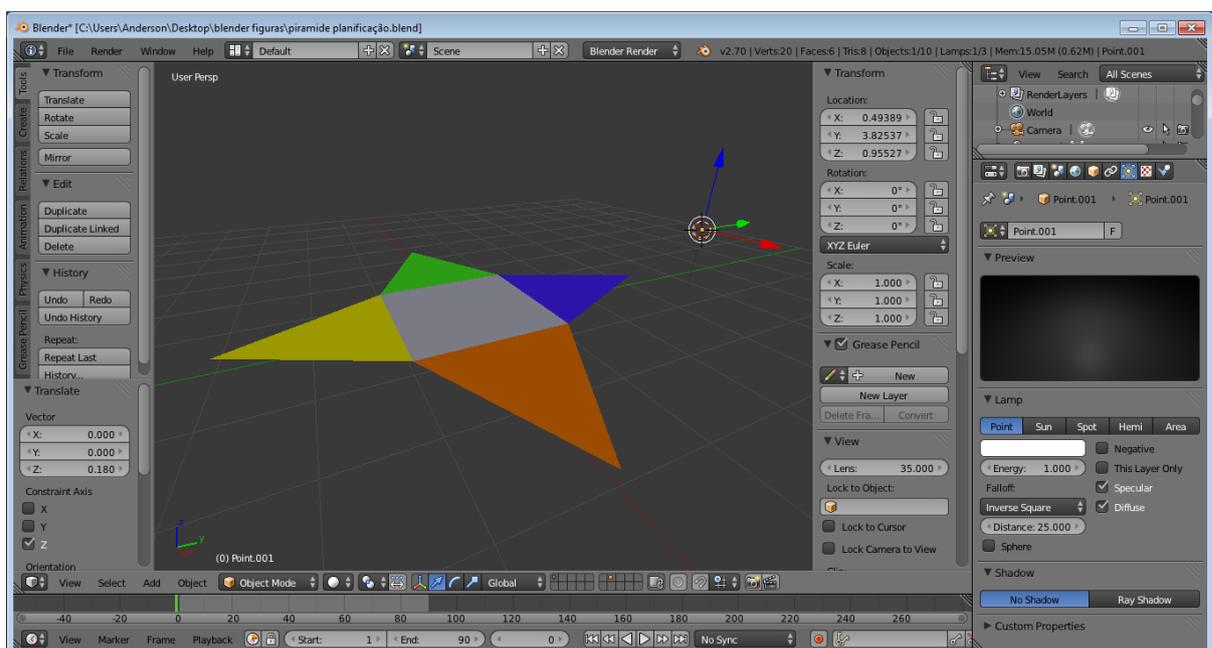
Figura 17: Figuras rotacionadas



Fonte: o autor

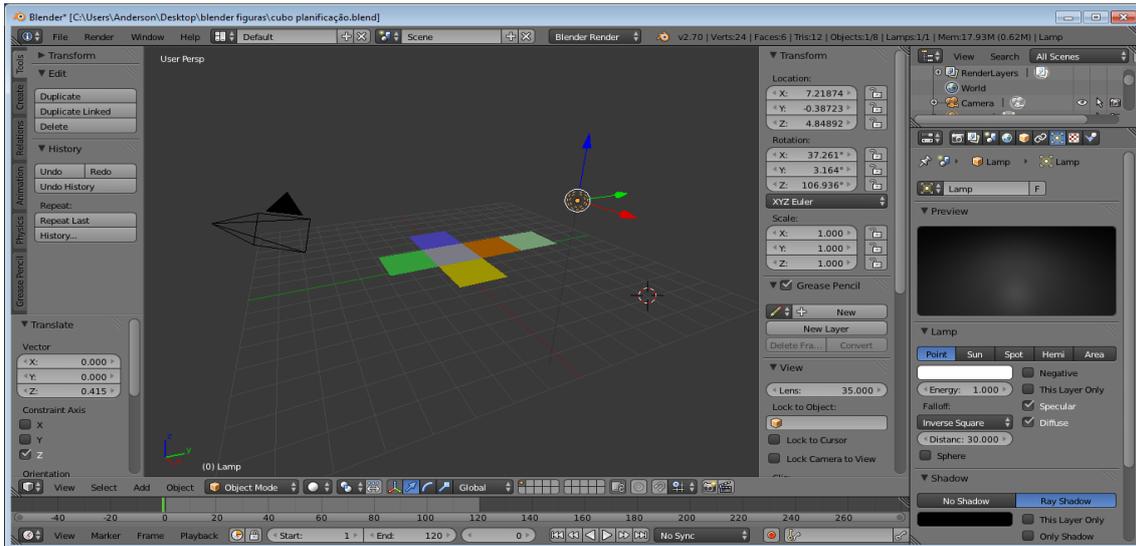
Chegando ao final foi mostrada aos alunos a planificação de alguns sólidos (Figuras 18, 19 e 20) que contribuiu bastante para a compreensão do que é a área total das figuras. Os próprios alunos fizeram a planificação de um cubo. Também foi apresentado aos alunos um vídeo com animação, produzido pelo autor, que simulou a planificação de um cubo e de uma pirâmide para que o aprendizado do assunto se tornasse ainda mais concreto.

Figura 18: Planificação da pirâmide



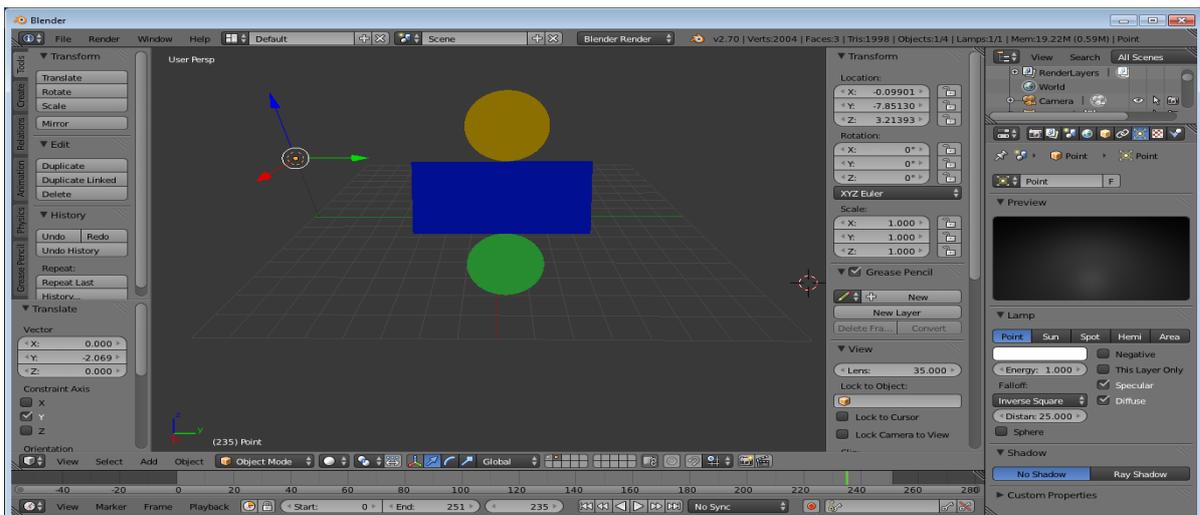
Fonte: o autor

Figura 19: Planificação do cubo



Fonte: o autor

Figura 20: Planificação do cilindro



Fonte: o autor

Há outras formas de planificação para estas mesmas figuras. Foi produzido apenas um exemplo de planificação do cubo, um de pirâmide e um de cilindro para que o aluno veja a figura sendo aberta e fechada através de um de seus moldes para melhorar a compreensão do assunto.

Foi sugerido aos alunos, como tarefa, que tentassem imaginar outras planificações e que eles desenhassem, de preferência no Blender, para estimular a criatividade, ao invés de apenas ficar mostrando todas as formas prontas para o aluno.

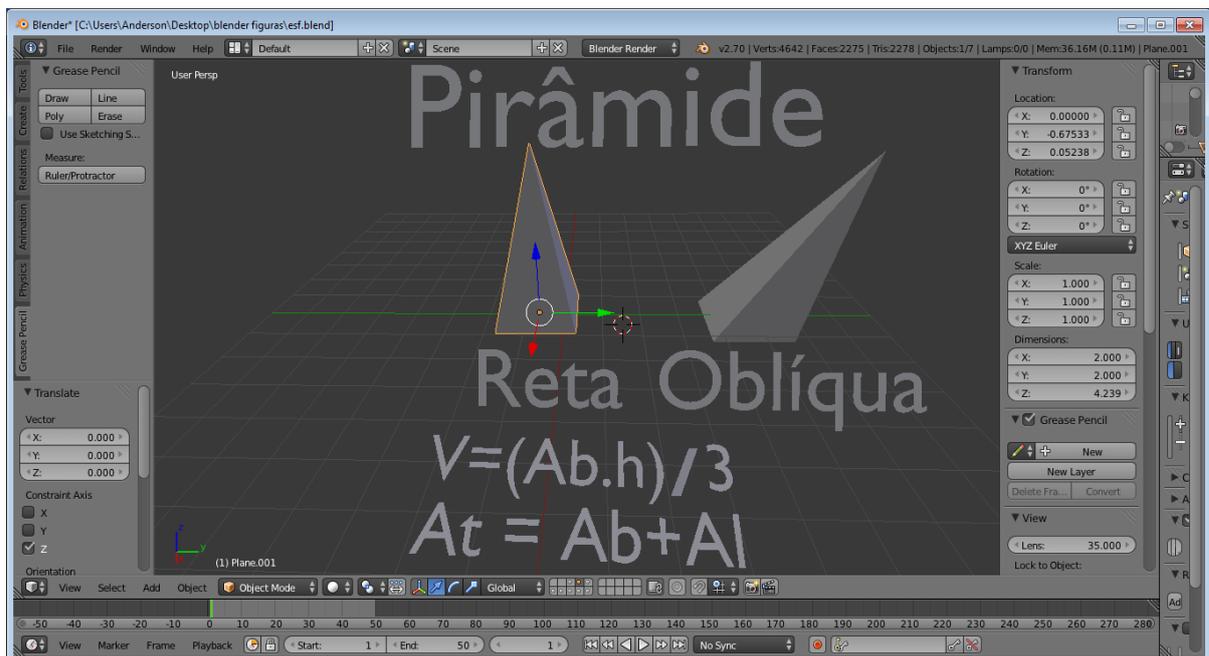
Nas três últimas ilustrações (Figuras 18,19 e 20) aparece uma nova barra do lado direito com o título transform. Essa barra pode ser visualizada pressionando a tecla “N”. Para

ocultá-la o procedimento é o mesmo. A aula de esfera e planificação também estão construídas de acordo com as recomendações do CBC (MINAS, 2015). É importante observar que este último atende plenamente as recomendações dos PCNs e que desta forma tudo o que foi desenvolvido nas aulas está de acordo com as recomendações da secretaria de educação do estado de Minas Gerais (SEE-MG) através do CBC e com a secretaria de educação básica do ministério da educação (Seb-MEC) através dos PCNs.

Antes de aplicar a atividade experimental para verificação de aprendizagem dos alunos houve uma rápida revisão ilustrada de cada um dos principais sólidos estudados e também de suas fórmulas de volume e área total. Nesta situação o aluno apenas acompanhou observando, sem realizar as construções no computador. Estas figuras foram produzidas durante o plano de aula que o autor preparou para eles. A Figura 21 ilustra um dos itens dessa revisão.

Durante a aula, ao ensinar cada forma geométrica, o autor citou exemplos que fazem parte do cotidiano dos alunos, como os apresentados no início deste trabalho.

Figura 21: Pirâmides reta e oblíqua



Fonte: o autor

A exposição do conteúdo durou trinta e cinco minutos. Os alunos fizeram um teste sem consulta com duração de vinte minutos. O tempo médio para cada questão foi de, aproximadamente, três minutos e meio. Os cinco minutos finais foram utilizados para verificar a quantidade de acertos, erros e abstinências com rápidas justificativas e comentários de alguns alunos que erraram e/ou não fizeram determinada questão. O tempo total em cada turma foi de sessenta minutos.

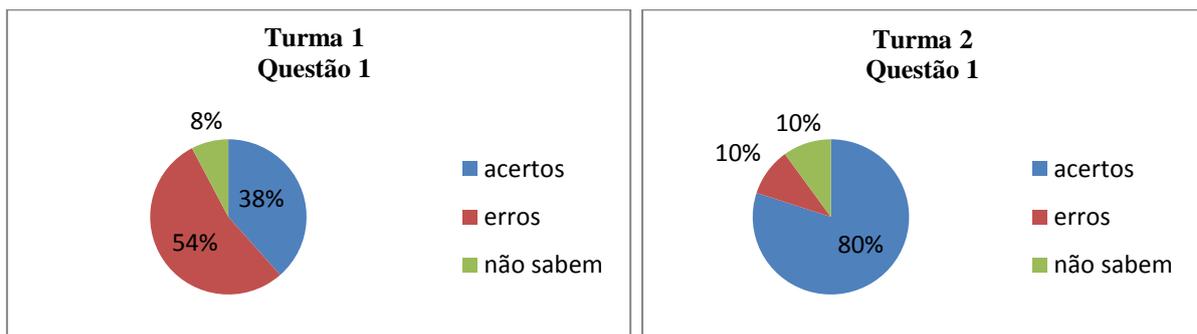
4. RESULTADOS

4.1 Comparação da quantidade de acertos

Na atividade aplicada para os alunos haviam seis questões sobre a matéria e um espaço para que o aluno comentasse sobre o Blender. A atividade foi individual e sem consulta. Os gráficos de cada questão representam a porcentagem de acertos, erros e dos alunos que não sabiam responder. Nas turmas 1 e 2 haviam, respectivamente, 26 e 20 alunos presentes.

A primeira questão (veja apêndice C) foi de múltipla escolha e se refere à planificação de um paralelepípedo. Resposta correta: alternativa “a”. Na turma 1 houveram 10 acertos, 14 erros e 2 alunos não souberam responder. Na turma 2, os acertos, erros e alunos que não souberam foram, respectivamente, 16, 2 e 2. Os gráficos que se referem a essa questão ilustram, em porcentagem, esses resultados como se observa na Figura 22.

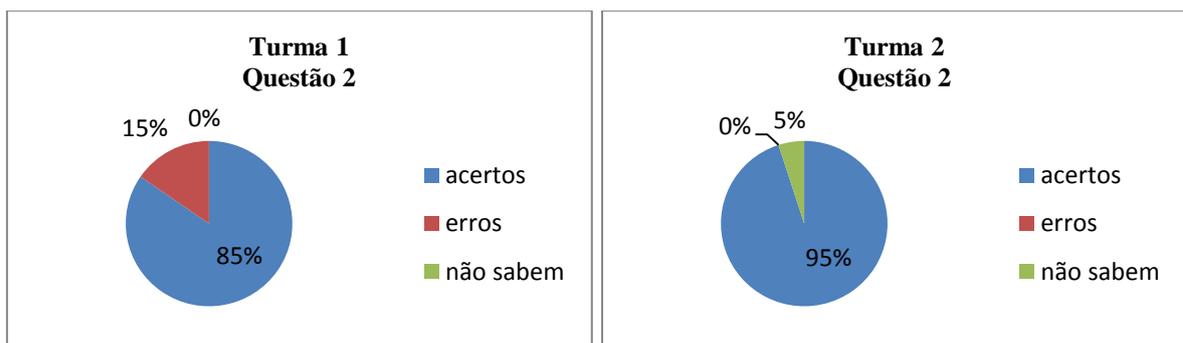
Figura 22: Comparação da quantidade de acertos questão 1



Fonte: o autor

A segunda questão (veja apêndice C) tinha como objetivo associar cada sólido ao seu nome corretamente através do número colocado para o sólido. Neste item 22 alunos da turma 1 acertaram e 4 erraram enquanto na turma 2 houveram 19 acertos e apenas 1 aluno não soube resolver. A Figura 23 ilustra os resultados em porcentagem.

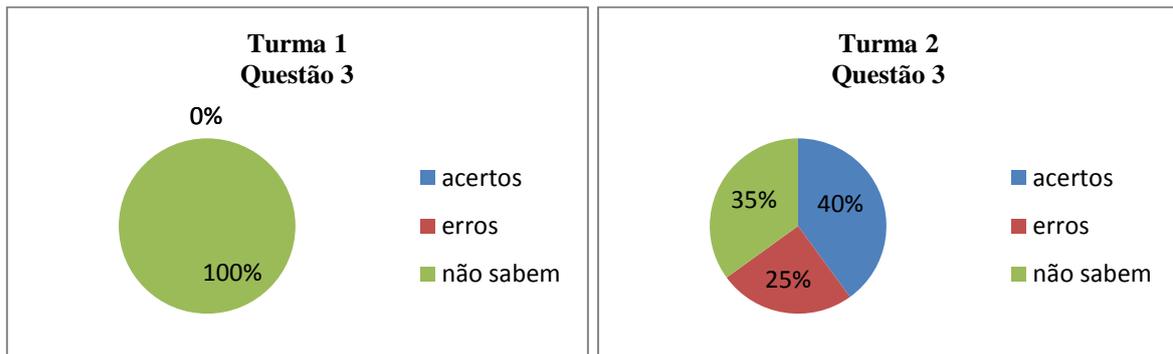
Figura 23: Comparação da quantidade de acertos questão 2



Fonte: o autor

Na questão 3 (veja apêndice C) nenhum dos 26 alunos da turma 1 souberam como resolver. Na turma 2 o resultado foi melhor, pois 8 alunos acertaram, 5 erraram e 7 não souberam desenvolvê-la. O principal objetivo dessa questão foi verificar o conhecimento a respeito de área total e volume do cone. A Figura 24 mostra as porcentagens obtidas em cada turma.

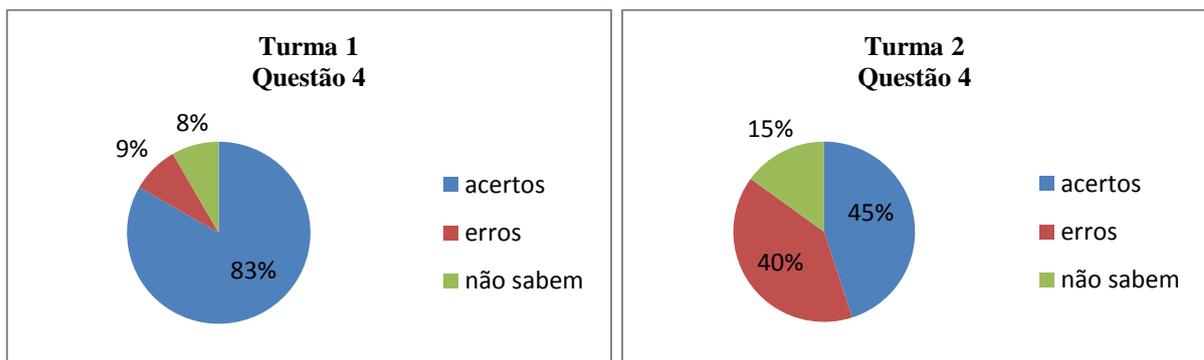
Figura 24: Comparação da quantidade de acertos questão 3



Fonte: o autor

A questão 4 (veja apêndice C) da atividade se refere comparação dos volumes do cone e do cilindro, sendo que 20 alunos da turma 1 acertaram, 2 erraram e 2 não souberam resolver. Na turma 2 houveram 9 acertos, 8 erros e 3 não conseguiram solucionar. Na Figura 25 pode-se verificar os resultados obtidos em porcentagem.

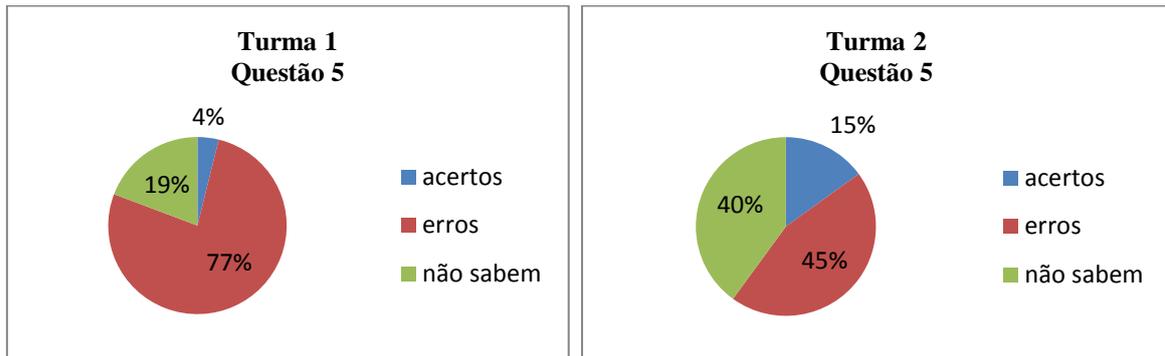
Figura 25: Comparação da quantidade de acertos questão 4



Fonte: o autor

Na questão 5 (veja apêndice C) apenas um aluno da turma 1 acertou, 20 erraram e os 5 restante não souberam fazê-la. Na turma 2 constatou-se 3 acertos, 9 erros e 8 pessoas que não conseguiram resolver. O assunto deste item foi área total e volume do prisma. A Figura 26 compara esses resultados com maior clareza.

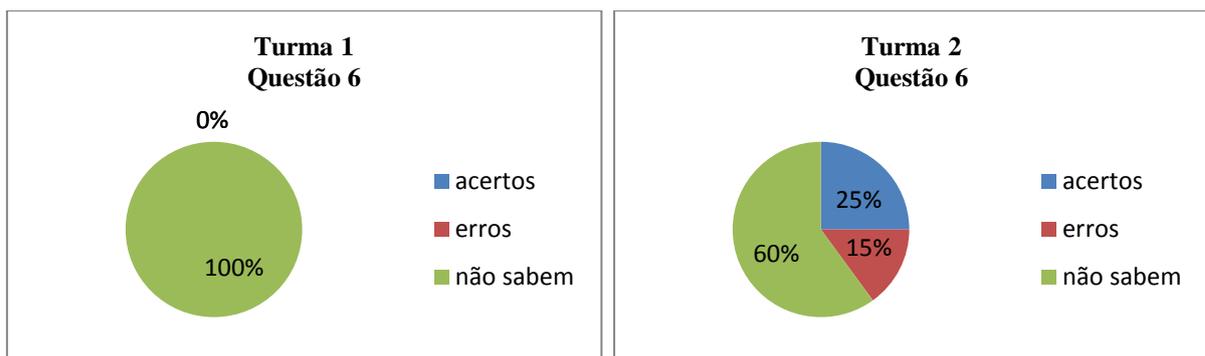
Figura 26: Comparação da quantidade de acertos questão 5



Fonte: o autor

A questão 6 (veja apêndice C) foi a última a ser resolvida e se refere à área total e volume da esfera. Os 26 alunos da turma 1 não souberam fazer. Na turma 2 foram registrados 5 acertos, 3 erros e 12 pessoas que não conseguiram resolver. A Figura 27 faz o tratamento dos dados em porcentagem.

Figura 27: Comparação da quantidade de acertos questão 6



Fonte: o autor

No gráfico da Figura 28 é possível verificar de forma mais eficiente a comparação do desempenho das turmas em relação à quantidade de acertos de cada turma em que a atividade foi aplicada.

4.2 Limitações

Esse projeto foi aplicado no fim do ano letivo da instituição sendo que sua realização foi na última semana de aula e alguns dos alunos que já haviam sido aprovados não estavam presentes reduzindo assim o espaço amostral. Até mesmo alunos que não tinham seus resultados faltaram. O desenvolvimento do projeto na última semana gera um desafio: captar a atenção dos alunos. A situação deles já estava definida e isso pode diminuir o interesse do

aluno em resolver questões que não afetariam suas notas. Outro fator é que o projeto foi realizado em apenas uma instituição, pois em janeiro é férias na maioria das escolas.

4.3 Análise final dos resultados

O IFNMG - Campus Salinas - possui laboratório de matemática com diversos sólidos de madeira. Há também sólidos em acrílico. Embora não tenha sido feito um pré-teste, segundo relato do professor das turmas, ambas tinham aproximadamente o mesmo nível, ou seja, as dificuldades encontradas nas salas em termos de comportamento e de resultados eram parecidas. O conteúdo de geometria espacial estava no mesmo patamar nas duas turmas e ainda sendo desenvolvido, sendo que, dos sólidos citados na letra d dos objetivos específicos, os alunos ainda não haviam estudado apenas esferas. Eles já haviam participado de aula no laboratório de matemática e manipulado os sólidos. Os testes aplicados nas duas turmas mostraram, que nesse ambiente, o Blender foi realmente eficiente, pois das seis questões os alunos que utilizaram o programa obtiveram pior resultado apenas na questão 4, que logo será discutida. Os alunos da turma 1 disseram que tinham dificuldade para desenhar e evidenciaram a importância de uma ferramenta de desenho. Mesmo os alunos que sabiam desenhar as figuras também disseram demorar muito para fazer os desenhos.

De certa forma as questões mostraram essas dificuldades de imaginação das figuras quando são vistas apenas no plano bidimensional. Na primeira questão (veja apêndice C) verifica-se que o aproveitamento da turma 2 foi nitidamente maior como se percebe no gráfico da Figura 28. O Blender se mostrou realmente eficaz para esse tipo de questão, pois como já foi comentado anteriormente, os alunos já haviam visto figuras no laboratório e no quadro, mas no Blender a planificação foi mostrada com um vídeo, produzido por este autor, no qual as faces se movimentam mostrando ao aluno a planificação de um cubo acontecendo. Na turma 1 essa planificação foi apenas desenhada no quadro. Esse resultado aponta a importância de mostrar o fenômeno acontecendo para o aluno, já que esse é o provável motivo da grande diferença no número de acertos entre as duas turmas.

Na segunda questão, que se refere à identificação das figuras através dos seus nomes, o sucesso da turma 2 também foi maior embora, em porcentagem, os resultados foram próximos. É importante salientar que houveram acertos parciais, mas apenas quem acertou todas as relações entre os nomes e os sólidos correspondentes foram incluídos no número de acertos.

Na questão 4 (veja apêndice C) houve um resultado surpreendente para este autor que foi o maior sucesso da turma 1. Esta questão, foi elaborada com o objetivo de verificar a compreensão das fórmulas de volume e sua ideia. É uma questão difícil de resolver já que o cilindro oblíquo pode se inclinar até uma distância significativa da base provocando dúvidas em relação ao seu volume poder, ou não, se tornar menor que o volume do cone de mesma base e mesma altura. A saída seria apelar para a fórmula de volume e verificar que o volume do cilindro realmente seria maior. Após a contagem de acertos, erros e abstinências, foi colocado a questão do cilindro oblíquo poder ter menor volume que o cone. O autor perguntou aos alunos que acertaram se eles se lembraram que o cilindro era oblíquo e quase todos os alunos da turma 1 que acertaram disseram que não imaginaram essa possibilidade. Relataram também que depois dessa colocação, talvez não marcariam a mesma resposta e, possivelmente, não conseguiriam justificar através da fórmula. Os alunos dessa mesma turma que não acertaram ou não souberam resolver justificaram que o termo oblíquo realmente gerou a dúvida. Na turma 2 a justificativa de dificuldade com o cilindro oblíquo foi a mesma para os alunos que erraram ou não fizeram. Dois dos alunos que acertaram disseram que analisaram de acordo com a fórmula e com o que foi visto no blender e os outros alunos da turma 2 que acertaram foram apenas pelo que se lembraram de ver no Blender (inclusive a fórmula, mas de forma implícita no arraste do cilindro oblíquo no espaço). Isso mostra a importância de comparar sólidos na aula através de seus volumes e fórmulas de volume. Durante as aulas das duas turmas foram feitas essas comparações, mas no blender ela pode ser melhor visualizada através do arraste dos sólidos no blender. Houve uma colocação interessante de poucos alunos das duas turmas: relataram que chegaram a pensar em usar as fórmulas mas encontraram dificuldade em analisar porque não sabiam o raio da circunferência da base. Estavam acostumados com a fórmula que necessita da área da circunferência. Não lembraram da relação feita por este autor sobre área da base e altura. Também não analisaram que se as áreas das bases são iguais é porque os raios são iguais. Nota-se também outro problema importante: a dificuldade de comparação de volume sem valores numéricos. Isso reforça mais uma vez a ideia de que as fórmulas de volume podem ser trabalhadas em sua forma mais simples de modo que o aluno substitua a área da base somente após saber qual é o polígono correspondente, ao invés de ela já ficar pronta na fórmula como no caso do cone e do cilindro. A fórmula de volume do cilindro ou prisma é a mesma: o produto da área da base pela altura, mas no caso do cilindro costume é utilizar $V = \pi \cdot r^2 \cdot h$ (onde a área da base foi substituída pela área do círculo sendo V o volume do cilindro, r o raio do círculo da base e h a altura do cilindro). Os próprios alunos relataram que não pensavam em área da base.

Lembravam-se apenas da fórmula. O autor perguntou se lembravam da revisão da aula no Blender e os alunos responderam que sim, mas que estavam acostumados a trabalhar com a outra fórmula com a área da base já substituída e por isso não se lembraram. Mas relataram que do jeito que foi colocado realmente conseguiram visualizar as áreas e o que é o volume. Visualizaram como o espaço foi preenchido com o arrasto da área da base.

Nas questões 3, 5 e 6 que envolviam cálculos os resultados foram abaixo de 50% de acertos nas duas turmas, mas o número de acertos da turma 2 foi superior nas três questões. Esse baixo índice de acerto nessas questões se deve a maior dificuldade dos alunos com fórmulas e, especialmente, com essa abordagem a qual os alunos não estavam acostumados, como foi analisado no comentário final da questão 4. No caso do cone questão 3 (ver apêndice C) eles sentiram um pouco mais de dificuldade por não lembrar fórmulas da geometria plana. Um aluno, questionou porque o resultado anunciado pelo autor, referente ao volume do cone no exercício 3(ver apêndice C), divergiu do valor encontrado por ele. O problema foi identificado: ele substituiu o valor da área da base no lugar do raio do cone, encontrando assim um valor diferente do correto. A questão 6 também foi interessante, pois se referia a esfera, e esse conteúdo não havia sido ensinado a nenhuma das duas turmas antes desse projeto. Na turma 1 o tempo restante foi suficiente apenas para definir a esfera e mostrar as fórmulas de área total e volume. Na turma 2 não foi feito muito mais que isso, mas os alunos puderam construir a esfera, rotacionar o plano e ver as simetrias de vários ângulos do Blender. É verdade também que os alunos da turma 1 fizeram poucas figuras por causa da dificuldade de desenhar. Na turma 2 o tempo foi melhor aproveitado e os alunos tiveram mais contato com as figuras porque puderam produzir rapidamente e com melhor visualização as figuras geométricas no Blender.

No fim do teste, havia um espaço para que os alunos relatassem o que acharam da aula com o Blender. Apenas dois alunos não escreveram nada nesse espaço. Todos os outros que comentaram, aprovaram. Disseram que o uso do software foi motivador, interessante, que realmente ajudou a visualizar as figuras, suas áreas e seus volumes. Um aluno registrou que já havia usado o Blender uma vez e que gostou de ver sua utilização na escola. Houve também uma observação que o Blender tem muitos recursos e que precisaria de tempo para aprender a utilizá-lo, mas aprovou sua utilização e gostou de usá-lo. O aluno está correto nesse aspecto, pois há muitos comandos no Blender. O Blender é um programa que foi criado para fins comerciais e até filmes podem ser produzidos nele. A dificuldade inicial é normal, mas com a prática, que não precisa ser muito grande para trabalhar com geometria, o Blender torna-se fácil de utilizar. Os alunos produziram a primeira figura acompanhando a aula, mas

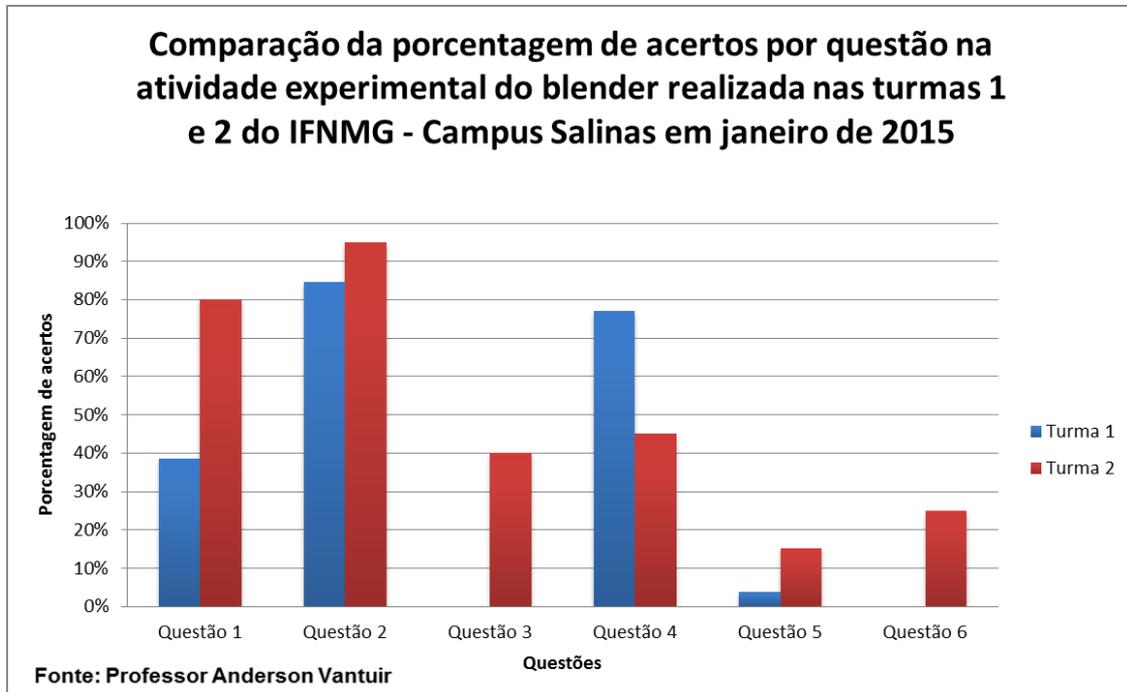
no segundo sólido eles conseguiram fazer grande parte sozinhos, e no terceiro construíram um prisma sem ajuda, ou seja, não é tão complicado, embora haja muitos comandos. Foi perceptível também a diferença de comportamento nas duas turmas: os alunos que estavam no laboratório trabalhando com o Blender mostraram bastante ansiedade para aprender a desenhar as figuras mesmo que esta aula já não afetasse no resultado de suas notas.

Os alunos interagiam entre si: um mostrava seu desenho aos outros para comparar e os que já haviam terminado tentavam ajudar os outros que ainda tinham alguma dificuldade com os comandos fazendo com que a aula rendesse bastante. Os alunos foram participativos: fizeram perguntas e comentários durante a aula com o Blender. Os alunos da turma 1 cooperaram menos. Algumas vezes foi necessário pedir atenção aos alunos por causa de conversa sobre assuntos que não se referiam à matéria que estava sendo estudada. Alguns pediam a colegas que desenhasssem as figuras para eles. O oposto do que ocorreu na turma com o Blender, como pode-se ver anteriormente, onde todos tentaram desenhar. Houve pedido de ajuda entre eles, mas para aprender a desenhar. Esse fato também sugere que a aula com o Blender foi inovadora e interessante, pois atraiu a atenção dos alunos e eles estavam motivados a participar ativamente da aula, quiseram produzir.

Na Figura 28, é possível comparar os resultados dos alunos das duas turmas em cada uma das questões. O gráfico mostra que os melhores resultados foram da turma 2, que utilizou o Blender. A aula gravada fez praticamente o mesmo sucesso que a produção das figuras ao vivo. A diferença aconteceu porque, na aula gravada, algumas vezes, foi necessário pausar o vídeo para que os alunos acompanhassem e reproduzissem as figuras e, também, porque surgem algumas dúvidas que precisam ser esclarecidas. O professor pode intervir mesmo na aula gravada se julgar necessário. Ele continua com autonomia na aula e continua sendo necessário, pois a aula gravada não o substitui. É um recurso para ajudar. Se o professor quiser apenas utilizar apenas as imagens do vídeo, por exemplo, sem o áudio, de modo que ele, explique o que está ocorrendo, deve-se, apenas, diminuir o volume até o zero. No início, se houver condições, é interessante que o professor faça as figuras no Blender. Começar com a vídeo aula pode dificultar para aluno. O ideal é que a vídeo aula seja apresentada depois que o aluno fizer pelo menos uma figura sozinho. Isso não significa que a gravação tenha pouca utilidade. Ela pode ser usada na sala para auxiliar o professor, em casa para o aluno revisar a aula ou para o aluno que faltou à aula e até mesmo na própria aula com o professor como foi feito. Há também o fato de o professor não precisar preparar esta aula novamente economizando tempo para elaborar outras aulas ou atividades. Se for necessário ele pode

assistir a gravação para lembrar algo ou apenas acrescentar. O blender se mostrou bastante útil para os professores e para os alunos.

Figura 28: Comparação da porcentagem de acertos por questão



Fonte: o autor

Um fato interessante ao final da aula com a turma 1 foi informado aos alunos sobre o Blender e o professor se disponibilizou a ministrar uma aula aos alunos que tivessem interesse em conhecer o software e de imediato alguns alunos da turma 1, pediram para ver como era a aula desenvolvida com o programa. O autor foi com eles ao laboratório quando todas as aulas do turno terminaram. Os alunos assistiram a uma das gravações e fizeram algumas figuras no blender. Eles gostaram bastante e pediram que a mesma aula da turma 2 fosse feita para a turma deles num outro momento do próximo ano letivo como o professor havia proposto. Disseram também que se tivessem utilizado o programa teriam entendido melhor a matéria e participado mais da aula.

5. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

5.1 Conclusões

Os recursos computacionais estão cada vez mais presentes na vida dos alunos. As escolas estão sendo equipadas e os professores capacitados. A ideia de utilizar esses softwares para beneficiar os alunos facilitando a compreensão dos assuntos é muito importante.

O Blender (3D) cumpriu, nesse experimento, todos os objetivos traçados na introdução deste trabalho. Pode-se notar pelo gráfico da Figura 28 que a porcentagem de acertos da turma 2 em relação à 1 foi significativa. Os alunos ficaram bastante interessados e curiosos para aprender a usá-lo, se empenharam em aprender geometria espacial através desse software e se comportaram muito bem durante a aula. Eles conseguiram visualizar bem as figuras e aprenderam em pouco tempo os comandos para desenhar as figuras. Para o professor, talvez seja trabalhoso gravar aula no Blender e aprender a trabalhar com ele porque leva algum tempo para se acostumar, pois há muitas ferramentas. Mas com um pouco de treino e trabalhando com ele continuamente fica fácil e realmente economiza tempo porque o professor terá que preparar a aula uma única vez e poderá utilizá-la em todas as aulas que se referem ao conteúdo.

Como era esperado, alunos perguntaram sobre o campo de trabalho com esse programa e o que mais poderiam fazer nele além de estudar. O autor respondeu dizendo com que finalidade o Blender foi criado e informando aos alunos que, com o Blender, pode-se produzir um filme, ou um desenho animado ou em um trabalho como esse para a educação. Depende apenas da criatividade de quem está utilizando. O Blender faz parte da computação gráfica e possui código fonte aberto. Há muitas possibilidades para trabalhos com ele.

5.2 Trabalhos futuros

Há muitos vídeos tutoriais no Brasil sobre o Blender, mas durante a produção deste trabalho, a impressão é que o Blender ainda é pouco explorado na educação. O Blender pode ser usado para detalhar mais os sólidos da própria geometria espacial. Nesse trabalho, por exemplo, não foram explorados, através do Blender, assuntos como a diagonal de um paralelepípedo ou a geratriz do cone. O blender pode ser muito útil para mostrar as proporções nos troncos de cone e pirâmide. É possível ainda trabalhar planificações de outras

figuras, plano cartesiano, proporção, semelhança de triângulos, ângulos, rotação e translação, dentre outros assuntos em matemática.

O Blender também pode ser usado em outras áreas do conhecimento e pode-se fazer um trabalho interdisciplinar. É necessário aprender a utilizar bem o Blender e ter criatividade. Utilizá-lo nas licenciaturas também é uma sugestão. Bons trabalhos podem surgir para melhorar o aprendizado utilizando o Blender.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEVEDO, T. A. B.; BASSO, M. V. A.; MILETTO, E. M. Praticando geometria espacial com vistas. Anais do XXII SBIE - XVII WIE, p. 323, Aracaju, 2011. Disponível em: <<http://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/1600/1365>> Acesso em: 02/11/2014.

BASTOS, MARIA I. (2010). O desenvolvimento de competências em “TIC para a educação” na formação de docentes na América Latina. Brasília: UNESCO.

BLENDER (2015). Disponível em: www.blender.org. Acesso em: 22 abr 2015

BOMFIM, J. C. R. **Estudo das Funções Trigonométricas com o Auxílio de Softwares Computacionais**. Profmat, 2013, 61p. Dissertação de Mestrado em Matemática. Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Dourados –MS

BRASIL.(1998). Parametros curriculares nacionais: Matemática. Secretaria de educação fundamental. Brasília: MEC. Sef. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/matematica.pdf>. Acesso em: 22 abr 2015

BRASIL. (2000). Parâmetros curriculares nacionais: Matemática. Secretaria de educação básica. Brasília: MEC. Seb. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>. Acesso em: 22 abr 2015

BRASIL. (2006). Parâmetros curriculares nacionais: Matemática. Secretaria de educação básica. Brasília: MEC. Seb. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf. Acesso em: 22 abr 2015

BRASIL. (2015). Parâmetros curriculares nacionais: Matemática. Secretaria de educação básica. Brasília: MEC. Seb. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>

Acesso em: 22 abr 2015

BRASIL. (2015). Parâmetros curriculares nacionais: Matemática. Secretaria de educação básica. Brasília: MEC. Seb. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf> Acesso em: 22 abr 2015

BRITO A. V.; CUNHA, J. J. M. CloudLab: Um Ambiente Virtual de Aprendizagem com Laboratório Virtual Integrado para o Ensino de Hardware. Revista Brasileira de Informática na Educação, Volume 20, n. 3, p. 4, set. 2012.

CAMILOTTI, D.C.(2014) O Blog como Ferramenta de Apoio às Funções do NTERegional: Gestão, Acompanhamento e Orientação do Uso das TDIC na Escola. 3º Congresso Brasileiro de Informática na Educação . 20ª Workshop de Informática na Escola. Disponível em: <http://www.br-ie.org/pub/index.php/wie/article/view/3114/2622>. Acesso em: 20 abr. 2015

COMITÊ GESTOR DA INTERNET NO BRASIL – CGI.br. Pesquisa Sobre o Uso das Tecnologias de Informação e Comunicação nas escolas brasileiras – TIC Educação 2013. São Paulo: CGI.br, 2014. Coord. Alexandre F. Barbosa. Disponível em: <http://www.cetic.br/media/docs/publicacoes/2/tic-educacao-2013.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2015.

DANTE, L. R. Matemática: Contexto e Aplicações. Vol. 2. Ensino Médio. 1.ed.São Paulo: Ática. 2010.

FABRI, L. et. al. (2012). Repositório institucional de objetos de aprendizagem utilizando DSpace. In: Anais do 23º Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. Disponível em: <http://www.br-ie.org/index.php/anaisbie>. Acesso em: 20 abr. 2015.

FERREIRA, E. B.; SOARES, A. B.; LIMA, C. Aprimoramento conceitual e uso de demonstrações matemáticas: um estudo de caso sobre a geometria dinâmica e as pesquisas de campo com ambientes computacionais de ensino. Revista Brasileira de Informática na Educação, v. 20, nº 3, p. 19, dezembro 2012.

FONSECA, J. R. S. Reduzir as Atitudes Negativas em Relação à Aprendizagem da Matemática e Aumentar o Desempenho dos Alunos Através de Metodologia CAL. Revista Brasileira de Informática na Educação, Volume 22, n. 1, p. 128, jan. 2014.

ISOTANI, S., Brandão, L. O. (2006) Como Usar a Geometria Dinâmica? O Papel do Professor e do Aluno Frente às Novas Tecnologias. Anais do XXVI Congresso da SBC WIE XII Workshop de Informática na Escola Disponível em: http://www.cs.cmu.edu/~sisotani/artigos/WIE06_GD.pdf. Acesso em: 20 abr. 2015

MATO GROSSO DO SUL. (2011). Secretaria de Educação. “Resolução/SED n. 2491, de 8 de dezembro de 2011”, <http://ww1.imprensaoficial.ms.gov.br/>, Dezembro, p. 14.

MINAS (2015). Proposta curricular. Centro de referencia virtual do professor. Secretaria do Estado de Minas Gerais. Disponível em: http://crv.educacao.mg.gov.br/sistema_crv/banco_objetos_crv/%7B4DA513B4-3453-4B47-A322-13CD37811A9C%7D_Matem%C3%A1tica%20final.pdf Acesso em: 22 abr 2015

MINAS (2015). **Biblioteca virtual. Computação gráfica. Centro de referencia virtual do professor. Secretaria do Estado de Minas Gerais. Disponível em:** http://crv.educacao.mg.gov.br/sistema_crv/index.aspx?&usr=pub&id_projeto=27&id_objeto=48010&tipo=tx&cp=003366&cb=&n2=Biblioteca%20Virtual&n3=Cadernos%20de%20Inform%C3%A1tica&n33=Computa%C3%A7%C3%A3o%20Gr%C3%A1fica&b=s. Acesso em: 22 abr 2015.

MINAS (2015). Orientações pedagógicas. Matemática. Ensino médio. Prismas e cilindros Centro de referencia virtual do professor. Secretaria do Estado de Minas Gerais. Disponível em: http://crv.educacao.mg.gov.br/sistema_crv/index.aspx?ID_OBJETO=103264&tipo=ob&cp=B53C97&cb=&n1=&n2=Orienta%C3%A7%C3%B5es%20Pedag%C3%B3gicas&n3=Ensino%20M%C3%A9dio&n4=Matem%C3%A1tica&b=s. Acesso em: 22 abr 2015

MINAS (2015). Orientações pedagógicas. Matemática. Ensino médio. Pirâmides e cones. Centro de referencia virtual do professor. Secretaria do Estado de Minas Gerais. Disponível em: http://crv.educacao.mg.gov.br/sistema_crv/index.aspx?ID_OBJETO=103268&tipo=ob&cp=B53C97&cb=&n1=&n2=Orienta%C3%A7%C3%B5es%20Pedag%C3%B3gicas&n3=Ensino%20M%C3%A9dio&n4=Matem%C3%A1tica&b=s. Acesso em: 22 abr 2015

MINAS (2015). Orientações pedagógicas. Matemática. Ensino médio. Esferas e bolas. Centro de referencia virtual do professor. Secretaria do Estado de Minas Gerais. Disponível em: http://crv.educacao.mg.gov.br/sistema_crv/index.aspx?ID_OBJETO=103273&tipo=ob&cp=B53C97&cb=&n1=&n2=Orienta%C3%A7%C3%B5es%20Pedag%C3%B3gicas&n3=Ensino%20M%C3%A9dio&n4=Matem%C3%A1tica&b=s. Acesso em: 22 abr 2015

MINAS (2015). Orientações pedagógicas. Matemática. Ensino médio. Planificação de figuras tridimensionais. Centro de referencia virtual do professor. Secretaria do Estado de Minas Gerais. Disponível em: http://crv.educacao.mg.gov.br/sistema_crv/index.aspx?ID_OBJETO=103277&tipo=ob&cp=B53C97&cb=&n1=&n2=Orienta%C3%A7%C3%B5es%20Pedag%C3%B3gicas&n3=Ensino%20M%C3%A9dio&n4=Matem%C3%A1tica&b=s. Acesso em: 22 abr 2015

MORAN, J. M.; MASETTO, M. T., BEHRENS, M. A. **Novas tecnologias e mediação pedagógica.** Campinas: Papirus, 2000. (Coleção Papirus Educação).

LEITÃO, R. M. V. Aprendizagem baseada em jogos: realidade aumentada no ensino de sólidos geométricos. <<http://repositorioaberto.uab.pt/handle10400.2/3015>> Acedido em: 01/03/2015

OLIVEIRA, R. G., et al. (2014). Construção e Compreensão de Saberes com Experiências Didáticas com Objetos de Aprendizagem desde a Formação Inicial de Professores de Matemática. 3º Congresso Brasileiro de Informática na Educação. 20ª Workshop de Informática na Escola. Disponível em: <http://www.br-ie.org/pub/index.php/wie/article/view/3091>. Acesso em: 20 abr. 2015.

Paiva, Manoel. Matemática. Vol. 2. Ensino Médio. 1.ed. São Paulo: Moderna, 2009.

Ritter, A. M. A visualização no ensino de geometria espacial: possibilidades com o software calques 3D. Dissertação de mestrado PPGMAT UFRGS JULHO DE 2011. Dissertação de mestrado disponível em <http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/32385/000786641.pdf>

ROCHA, E. M.; MOREIRA, M. M. O uso do software elica no ensino de geometria espacial: relato de experiência. Anais do XXII SBIE - XVII WIE, p. 323, Aracaju, 2011. Disponível em: <http://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/1600/1365> Acesso em: 02/11/2014.

RODRIGUES, P.A.; SILVA, M. R. S. P.; DALMON, D. L. O uso de Geometria Interativa em cursos a distância para motivar e aprofundar conhecimentos de Matemática: um estudo com alunos do ensino fundamental II. Anais do XXII SBIE - XVII WIE, p. 1042, Aracaju, 2011. Disponível em: <http://www.br-ie.org/pub/index.php/wie/article/view/1998/1757> Acesso em: 02/11/2014

SANTIAGO, E. O ensino da trigonometria usando o software geogebra como ferramenta de ensino-aprendizagem. 2015, 95p. Dissertação de mestrado profissional em matemática. Programa de mestrado profissional de matemática em rede nacional-Profmat.Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Vitória da ..-Ba

SEABRA, R. D. Experiência inovadora e contribuições no ensino de geometria em uma ferramenta 3D: um estudo de caso na engenharia. Revista Brasileira de Informática na Educação, Rio de Jan, v. 20, n° 3, p. 63, dez. 2012.

SILVA, A. C. B. da. (2012). Softwares Educativos: Critérios de Avaliação a partir dos Discursos da Interface, da Esfera Comunicativa e do Objeto de Ensino. Tese de doutorado. Recife: Programa de Pós-graduação em Educação. Universidade Federal de Pernambuco.

SILVA, A. C. B. da, França, R. S.() de. Avaliação de *software* educativo na formação docente: articulando teoria e prática. 3º Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2014) . 20ª Workshop de Informática na Escola (WIE 2014) Disponível em: <http://www.br-ie.org/pub/index.php/rbie/article/view/2444/2830>. Acesso em: 20 abr. 2015.

SILVA, C. X. DA; FILHO, B. B. Matemática Aula por Aula. Vol. Único. Ensino Médio. 1. Ed. São Paulo: FTD, 2000.

SILVA, L. F.; BORGES, J. A.; LIMA, C.; SOARES, A. B.; Ensinando geometria a deficientes visuais: o ambiente dinâmico geometrix. Revista Brasileira de Informática na Educação, Rio de Jan, v. 21, nº 2, p. 63, agosto 2013.

SILVA, M. A.; SANTOS, L. R. dos; NASCIMENTO, K. A. S.; FILHO, J. A. C. O laptop educacional no ensino de trigonometria. Instituto UFC Virtual. Universidade Federal do Ceará. p. 2, 2012.

SILVA, T. S. C. da; MELO, J. C. B. de. Cidade dos Bits: Um *game* para auxiliar no Aprendizado dos Fundamentos da Ciência da Computação a Nível Médio. II Congresso Brasileiro de Informática na Educação 2013, XXIV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação 2013. p. 916. Disponível em: <http://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/2572/2230>. Acesso em: 02/11/2014.

SMOLE, K. C. S.; DINIZ, M. I. S. V. Matemática. Vol. 2. Ensino Médio. 3. ed. Reform. São Paulo: Saraiva, 2003.

Sorby, S. A. (1999). Developing 3-D spatial visualization skills. Engineering Design Graphics Journal Disponível em: <http://www.edgj.org/index.php/EDGJ/article/view/126/122>. Acesso em: 22 abr 2015

SOUZA, J. I. G. de. **Utilização do Software Geogebra no Ensino das Funções Trigonométricas**. 2014, 93p. Dissertação de Mestrado em Matemática. Programa de Pós-Graduação em Rede Nacional do Departamento de Matemática da Universidade Federal do Ceará. Juazeiro do Norte –Ce.

TANBELLINI, M. J. G. S; BRANDÃO, L. O. O uso da geometria interativa como facilitador no ensino e aprendizagem de matemática: estudo com duas turmas de sexta série do ensino fundamental. ... Departamento de ciências da computação ime usp Incluir o art 8 no fim da terceira linha p. 1246, 2012.

Valdivia, I. J. (2008). Las políticas de tecnología para escuelas en América Latina y el mundo: visiones y lecciones, Santiago de Chile, Naciones Unidas.

Velasco, A. D. Avaliação da aptidão espacial em estudantes de engenharia como instrumento de diagnóstico do desempenho em desenho técnico. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 2002.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Roteiro para aula da turma 1

<p>1. Dados de identificação:</p> <p>Professor: Anderson Vantuir Nobre Vieira. Data da aula: 20/01/2015. Escola: Instituto Federal do Norte de Minas Gerais - Campus Salinas. Disciplina: Matemática. Série: 2º ano do ensino médio. Turma: 1</p>
<p>2. Tema:</p> <p>Geometria espacial.</p>
<p>3. Conteúdo:</p> <p>Sólidos geométricos: Prismas, pirâmides, cilindros, cones e esferas.</p>
<p>4. Objetivos:</p> <p>4.1 Geral: Identificar os sólidos geométricos e resolver problemas de áreas e volumes utilizando corretamente suas fórmulas.</p> <p>4.2 Específicos:</p> <p>4.2.1 Identificar os sólidos geométricos, suas planificações e reconhecer suas propriedades. 4.2.2 Resolver problemas que envolvam os sólidos geométricos. 4.2.3 Calcular áreas e volumes dos sólidos geométricos. 4.2.4 Desenhar sólidos geométricos a mão. 4.2.5 Visualizar o desenvolvimento (nascimento) dos sólidos a partir de suas bases.</p>
<p>5. Desenvolvimento do tema:</p> <p>No início da aula o professor falará da presença dos sólidos geométricos nos diversos lugares e utilizará a própria sala de aula e quadro para exemplificar. Após esta fala conceituará cada sólido geométrico desenvolvendo geometricamente as fórmulas no quadro. No fim da aula será aplicado um exercício avaliativo individual e sem consulta para verificar o aprendizado dos alunos.</p>
<p>6. Metodologia:</p> <p>Aula expositiva dialogada.</p>

7. Recursos didáticos:

Quadro, pinceis, régua, compasso e apagador.

8. Avaliação: Observação dos alunos durante a aula e atividade sem consulta em anexo.

9. Referências Bibliográficas:

DANTE, L. R. Matemática: Contexto e Aplicações. Vol. 2. Ensino Médio. 1.ed. São Paulo: Ática, 2010.

SILVA, C. X. DA; FILHO, B. B. Matemática Aula por Aula. Vol. Único. Ensino Médio. 1. Ed. São Paulo: FTD, 2000.

SMOLE, K. C. S.; DINIZ, M. I. S. V. Matemática. Vol. 2. Ensino Médio. 3. ed. Reform. São Paulo: Saraiva, 2003.

Paiva, Manoel. Matemática. Vol. 2. Ensino Médio. 1.ed. São Paulo: Moderna, 2009.

APÊNDICE B - Roteiro para aula turma 2

Roteiro para aula

<p>1. Dados de identificação:</p> <p>Professor: Anderson Vantuir Nobre Vieira. Data da aula: 20/01/2015. Escola: Instituto Federal do Norte de Minas Gerais - Campus Salinas. Disciplina: Matemática. Série: 2º ano do ensino médio. Turma: 2</p>
<p>2. Tema:</p> <p>Geometria espacial.</p>
<p>3. Conteúdo:</p> <p>Sólidos geométricos: Prismas, pirâmides, cilindros, cones e esferas.</p>
<p>4. Objetivos:</p> <p>4.1 Geral: Identificar os sólidos geométricos e resolver problemas de áreas e volumes utilizando corretamente suas fórmulas com a utilização do blender 3D.</p> <p>4.2 Específicos:</p> <p>4.2.1 Identificar os sólidos geométricos, suas planificações e reconhecer suas propriedades. 4.2.2 Resolver problemas que envolvam os sólidos geométricos. 4.2.3 Calcular áreas e volumes dos sólidos geométricos. 4.2.4 Desenhar sólidos geométricos no Blender 3D. 4.2.5 Visualizar o desenvolvimento (nascimento) dos sólidos a partir de suas bases.</p>
<p>5. Desenvolvimento do tema:</p> <p>No início da aula o professor falará da presença dos sólidos geométricos nos diversos lugares e utilizará o computador para exemplificar utilizando o Blender 3D e fazendo a relação com objetos do cotidiano. Após esta fala conceituará cada sólido geométrico construindo no data show enquanto os seguem os mesmos passos no computador. No fim da aula será aplicado um exercício avaliativo individual e sem consulta para verificar o aprendizado dos alunos.</p>
<p>6. Metodologia:</p> <p>Aula expositiva dialogada com auxílio de vídeo aula.</p>
<p>7. Recursos didáticos:</p> <p>Quadro, pinceis, régua, compasso, apagador data show e computadores.</p>
<p>8. Avaliação:</p> <p>Observação dos alunos durante a aula e atividade sem consulta em anexo.</p>

9. Referências Bibliográficas:

DANTE, L. R. Matemática: Contexto e Aplicações. Vol. 2. Ensino Médio. 1.ed. São Paulo: Ática, 2010.

SILVA, C. X. DA; FILHO, B. B. Matemática Aula por Aula. Vol. Único. Ensino Médio. 1. Ed. São Paulo: FTD, 2000.

SMOLE, K. C. S.; DINIZ, M. I. S. V. Matemática. Vol. 2. Ensino Médio. 3. ed. Reform. São Paulo: Saraiva, 2003.

Paiva, Manoel. Matemática. Vol. 2. Ensino Médio. 1.ed. São Paulo: Moderna, 2009.

APÊNDICE C – Atividade avaliativa

Atividade experimental de geometria espacial

1-A figura 1 representa uma figura geométrica espacial planificada. Qual é essa figura?

- a) Paralelepípedo.
- b) Um paralelogramo.
- c) Prisma hexagonal.
- d) Não sei.

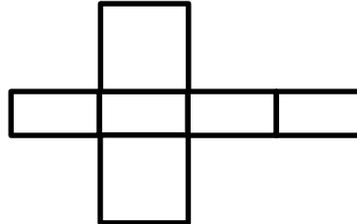


Figura 1

2-No interior dos parênteses () escreva o número da figura abaixo correspondente ao seu nome. Caso não saiba alguma deixe em branco.

- () Prisma hexagonal
- () Paralelepípedo
- () Pirâmide triangular
- () Cone
- () Cilindro

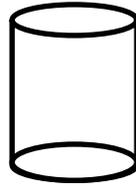


Figura 2

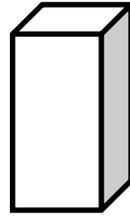


Figura 3



Figura 4

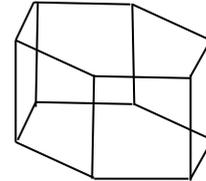


Figura 5

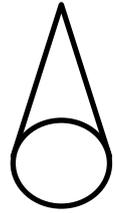


Figura 6

3- Um cone possui área da base igual a 20 cm^2 e altura de 10 cm. Então sua área total vale _____ e seu volume vale _____. Se não souber não responda.

4- Um cone reto e um cilindro oblíquo tem mesma área da base e mesma altura. Qual dos dois tem maior volume? Marque com um X.

- () cone () cilindro () os dois tem o mesmo volume () Não sei.

5- Um prisma hexagonal regular possui área da base igual a 10 cm^2 e altura 6 cm. A área de uma de suas faces laterais vale 12 cm^2 . Complete se souber: O volume desse prisma vale _____ cm^3 e sua área total vale _____ cm^2 .

6- Calcule, se souber, o volume e a área total de uma esfera cujo raio vale 2 cm.

Área total: _____. Volume: _____.

Comentários sobre o Blender

Se na sua aula o blender foi usado então diga se gostou ou não e o motivo.
