

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MATEMÁTICA EM REDE
NACIONAL – PROFMAT

CRISTIANE HAHN

**ESTUDO DE MOBILIÁRIO ESCOLAR: UM OLHAR PARA A SALA DE
AULA ATRAVÉS DA MODELAGEM MATEMÁTICA**

Santa Maria, RS
2016

Cristiane Hahn

**ESTUDO DE MOBILIÁRIO ESCOLAR: UM OLHAR PARA A SALA DE AULA
ATRAVÉS DA MODELAGEM MATEMÁTICA**

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Matemática em Rede Nacional – PROFMAT, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do grau de **Mestre em Matemática**.

Orientadora: Professora Doutora Karine Faverzani Magnago

Santa Maria, RS
2016

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

HAHN, CRISTIANE
ESTUDO DE MOBILIÁRIO ESCOLAR: UM OLHAR PARA A SALA DE
AULA ATRAVÉS DA MODELAGEM MATEMÁTICA / CRISTIANE HAHN.-
2016.
94 p.; 30 cm

Orientadora: KARINE FAVERZANI MAGNAGO
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Programa de
Pós-Graduação em Matemática em Rede Nacional, RS, 2016

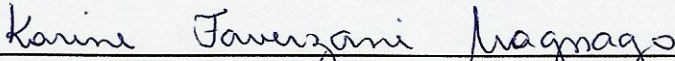
1. MODELAGEM MATEMÁTICA I. FAVERZANI MAGNAGO, KARINE
II. Título.

Cristiane Hahn

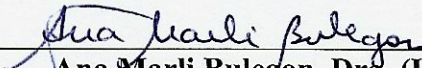
**ESTUDO DE MOBILIÁRIO ESCOLAR: UM OLHAR PARA A SALA DE AULA
ATRAVÉS DA MODELAGEM MATEMÁTICA**

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Matemática em Rede Nacional – PROFMAT, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do grau de **Mestre em Matemática**.

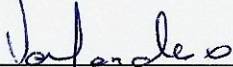
Aprovado em 02 de setembro de 2016:



Karine Faverzani Magnago, Dra. (UFSM)
(Presidente/Orientador)



Ana Marli Bulegon, Dra. (UNIFRA)



Valeria De Fátima Maciel Cardoso Brum, Dra. (UFSM)

Santa Maria, RS

2016

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelo dom da vida, ao PROFMAT pela oportunidade de qualificação, a minha orientadora Karine pela disponibilidade, conhecimento compartilhado e condução do trabalho, a minha família pelo apoio e incentivo ao estudo, ao meu esposo Luis Felipe pela compreensão, amor, ajuda e troca de ideias, ao Instituto Federal Farroupilha, Campus Santa Rosa pela permissão para aplicação da proposta didática e aos alunos pela participação e dedicação nas atividades.

RESUMO

ESTUDO DE MOBILIÁRIO ESCOLAR: UM OLHAR PARA A SALA DE AULA ATRAVÉS DA MODELAGEM MATEMÁTICA

AUTORA: Cristiane Hahn

ORIENTADORA: Karine Faverzani Magnago

A modelagem matemática é vista neste trabalho como uma estratégia para aliar o ensino-aprendizagem de matemática com problemas concretos de um curso Técnico em Móveis. Nosso objetivo foi oportunizar a alunos do 1º ano a exploração do tema “Fabricação de Mobiliário Escolar Infantil” por meio da modelagem. Elaborou-se uma sequência didática que busca trabalhar tópicos de matemática presentes na fabricação de mobiliário escolar, desde o desenho do projeto de um móvel até o cálculo do custo para fabricá-lo, parte da qual foi aplicada com alunos voluntários. Ao analisar a fabricação da mesa escolar a nível matemático, o aluno é levado facilmente ao campo da geometria e da álgebra. Durante o processo, resgatou-se conceitos presentes nas práticas do curso técnico, como o uso do escalímetro, e presentes na disciplina de matemática do Ensino Médio, como superfícies e perímetros, ampliando a compreensão do significado desses. Além disso, a experiência evidenciou para os envolvidos a necessidade de conteúdos matemáticos em uma situação da futura prática profissional deles.

Palavras-chave: Modelagem Matemática. Mobiliário escolar. Ensino-aprendizagem.

ABSTRACT

A LOOK FOR THE CLASSROOM: SCHOOL FURNITURE THROUGH MATHEMATICAL MODELING

AUTHOR: Cristiane Hahn

ADVISOR: Karine Faverzani Magnago

Mathematical modeling is seen in this paper as a strategy to combine the teaching and learning of mathematics with real problems of a technical course in furniture. Our goal was to enable students in 1st year study the theme “Furniture School's Manufacturing for children's” “through modeling. We developed a teaching sequence that seeks to math topics present in the school's furniture manufacturing, since the furniture design until the manufacturing cost calculation, part of teaching sequence was applied with volunteer students. Analyzing the manufacturing of school's table considering mathematical view, the student is easily led to the field of geometry and algebra. During the process, retook concepts present in the technical course practices such as the scale rule use, and present in high school math discipline, as surfaces and perimeters, increasing the understanding of the meaning of these. In addition, the experiment showed the need of mathematical content for the involved, in a situation of future professional practice from them.

Key words: Mathematical modeling. School furniture. Teaching and learning.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
2	REVISÃO DE LITERATURA	11
2.1	MODELAGEM MATEMÁTICA	11
2.2	MOBILIÁRIO ESCOLAR	14
3	METODOLOGIA	20
3.1	DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA	20
4.	RESULTADOS	21
4.1	SEQUÊNCIA DIDÁTICA	21
4.1.1	Atividade 1 – Pesquisa de campo e representação do tampo da mesa escolar	21
4.1.2	Atividade 2 – Maquete das mesas escolares	39
4.1.3	Atividade 3 – Quantidade de material a ser utilizado na confecção do tampo	47
4.1.4	Atividade 4 – Plano de corte da chapa	52
4.1.5	Atividade 5 – Acabamento do tampo	57
5.	PROPOSTAS DIDÁTICAS	61
5.1	PROPOSTA DE ATIVIDADE 1 – CUSTO DO TAMPO DO MÓVEL	61
5.2	PROPOSTA DE ATIVIDADE 2 – PLANO DE CORTE COM MAIS DE UM FORMATO DE TAMPO	69
5.3	PROPOSTA DE ATIVIDADE 3 – PESQUISA COM OS ALUNOS SOBRE O MOBILIÁRIO ESCOLAR UTILIZADO POR ELES	74
5.4	PROPOSTA DE ATIVIDADE 4 – ANÁLISE DAS CLASSES SEGUNDO OS CRITÉRIOS DA NBR	76
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	81
	REFERÊNCIAS	83
	ANEXO A	85
	ANEXO B	87
	ANEXO C	91
	ANEXO D	93
	APÊNDICE A	94

1. INTRODUÇÃO

A cada divulgação de resultados de pesquisa sobre a qualidade da educação brasileira, o cenário desolador se repete. A maioria das notícias é semelhante a esta, publicada na Revista Veja em julho deste ano: “Na avaliação do Fórum Econômico Mundial, a qualidade da educação em Matemática e Ciências no Brasil é uma das piores do mundo”. Também de acordo com o relatório Global Information Technology, “apesar de termos melhorado nossa preparação em relação à Tecnologia da Informação, estamos entre os últimos colocados na apreensão de conceitos matemáticos e científicos: o país está na 133ª posição entre 139 nações” (DA REDAÇÃO, 2016).

O Programa Internacional de Avaliação de Alunos (PISA), feito pela OCDE¹, “mostra o Brasil na 58ª colocação entre 65 países em conhecimentos de matemática. Isso significa que dois em cada três estudantes não atingem o patamar mínimo de conhecimento” (DA REDAÇÃO, 2016).

Do nosso ponto de vista, no que tange especificamente a Matemática, percebe-se que seu ensino se dá, em geral, em um sistema engessado, cujo foco se limita a vencer os conteúdos estipulados no currículo.

É preciso perceber que o significado da atividade matemática surge na relação que o aluno faz dos conceitos já estabelecidos e o novo. Também nos Parâmetros Curriculares Nacionais (Brasil, 1997, p. 19) é discutida esta preocupação, uma vez que “A atividade matemática escolar não é 'olhar para coisas prontas e definitivas', mas a construção e a apropriação de um conhecimento pelo aluno, que se servirá dele para compreender e transformar sua realidade”.

Faz-se necessária uma mudança no processo de ensino, que perpassa pela reflexão do professor diante da questão de como desenvolver os conteúdos matemáticos para atender as exigências impostas pela sociedade. É um desafio propiciar situações de ensino nos quais o aluno possa interagir com o objeto de estudo e fazer parte da construção dos conceitos. Como coloca Biembengut (2013, p.11) “devemos encontrar meios para desenvolver, nos alunos, a capacidade de ler e interpretar o domínio da Matemática”.

Esta mesma preocupação é colocada nos Parâmetros Curriculares Nacionais (Brasil,

1 Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico.

1997, p. 37): “O estabelecimento de relações é fundamental para que o aluno compreenda efetivamente os conteúdos matemáticos, pois, abordados de forma isolada, eles não se tornam uma ferramenta eficaz para resolver problemas e para aprendizagem/construção de novos conceitos”. Uma estratégia de ensino para realizar essa interação é o processo conhecido como Modelagem Matemática.

Neste sentido, Barbosa (2001, p.4) acrescenta que “as atividades de Modelagem são consideradas como oportunidades para explorar os papéis que a matemática desenvolve na sociedade contemporânea. Nem Matemática nem Modelagem são “fins”, mas sim “meios” para questionar a realidade vivida”.

Nesta perspectiva, este trabalho busca através da Modelagem Matemática oportunizar aos alunos do 1º Ano de Técnico em Móveis do Instituto Federal Farroupilha – Campus Santa Rosa, a exploração do tema “Fabricação de Mobiliário Escolar Infantil”, estimulando o aluno a conjecturar matematicamente. Ao analisar a fabricação da mesa escolar a nível matemático, o aluno é levado facilmente ao campo da geometria (área de figuras planas, perímetro, medidas e ângulos) e da álgebra (funções, porcentagem, operações com decimais e proporção). Estes conteúdos matemáticos aparecem naturalmente ao se propor um modelo a partir de uma situação real e não são mais encarados pelo aluno como algo “difícil” ou “mais uma fórmula a ser decorada”.

Isso não quer dizer, como coloca Biembengut (1999), que o aluno desenvolverá complexas análises sobre a matemática no mundo social, mas que a modelagem possui a capacidade de desenvolver um considerável nível de crítica. Além disso, dentro desta proposta é possível construir muitos conceitos matemáticos conjuntamente, e não simplesmente transmiti-los desvinculados de um contexto real.

Segue a apresentação da organização dessa dissertação.

Após a Introdução no primeiro capítulo, no segundo capítulo faz-se uma breve revisão teórica sobre os conceitos de Modelagem Matemática e sua relevância na resolução de problemas do cotidiano. Também trazemos uma análise do mobiliário escolar, voltando-nos mais para as classes e cadeiras.

No terceiro capítulo, é exposto o cenário e os sujeitos envolvidos na proposta de trabalho, bem como a metodologia utilizada no desenvolvimento da pesquisa.

Já no quarto capítulo, é apresentado o desenvolvimento e a análise das atividades da

sequência didática que foram realizadas com os alunos.

No quinto capítulo, são colocadas e discutidas mais propostas de atividades envolvendo mobiliário escolar e utilizando a modelagem matemática como ferramenta no ensino e aprendizagem da matemática. Por fim, no sexto capítulo apresenta-se as considerações finais da presente dissertação.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Modelagem matemática

A modelagem é vista neste trabalho como uma das possibilidades de desenvolver ou ampliar a competência crítica dos sujeitos envolvidos. Neste sentido apresenta-se a compreensão do significado de modelagem por alguns autores.

Para Burak (1992, p. 62) a modelagem matemática é um “conjunto de procedimentos cujo objetivo é construir um paralelo para tentar explicar, matematicamente, os fenômenos presentes no cotidiano do ser humano, ajudando-o a fazer previsões e a tomar decisões”.

Barbosa (2001, p. 5) entende modelagem como

[...] uma oportunidade dos alunos indagarem situações por meio da matemática sem procedimentos fixados previamente e com possibilidades diversas de encaminhamento. Os conceitos e ideias matemáticas exploradas dependem do encaminhamento que só se sabe à medida que os alunos desenvolvem a atividade.

Já para Bassanezi (2011, p. 16), a modelagem matemática “consiste na arte de transformar problemas da realidade em problemas matemáticos e resolvê-los interpretando suas soluções na linguagem do mundo real”.

Também Souza (2008, p. 05), no mesmo sentido, coloca que a modelagem matemática é “Um conjunto de procedimentos que visam abstrair, da realidade a nossa volta, um modelo matemático representativo desta realidade, o qual nos permite compreender melhor a relação entre os acontecimentos e o mundo, através de: análises, reflexões, deduções, previsões”.

Para Biembengut (2013), modelagem matemática é o processo que envolve a obtenção de um modelo. Cabe colocar, que muitas situações do mundo real podem ser traduzidas e interpretadas por meio de modelos.

Como modelo entende-se uma representação de alguma coisa ou um padrão. Ainda segundo Biembengut (2013, p.12) “um conjunto de símbolos e relações matemáticas que procura traduzir, de alguma forma, um fenômeno em questão ou problema de situação real” é denominado modelo matemático.

Cabe ressaltar também que o processo pedagógico da modelagem matemática engloba desde o momento da escolha do problema ou tema até chegar a sua resolução, delimitando

todo um percurso de análise reflexiva sobre ele. Este percurso é descrito por Biembengut (2013) em três etapas: interação, matematização e modelo matemático.

Segundo a autora, na etapa da interação faz-se o reconhecimento da situação-problema e a familiarização com o assunto a ser modelado (pesquisa). É nesta etapa que se busca informações e dados relacionadas ao assunto. À medida que se vai interagindo com os dados a situação problema se torna mais clara.

Na segunda etapa – matematização – ocorre a formulação (hipótese) e resolução do problema em termos matemáticos. E neste processo, intuição, criatividade e experiência acumulada são fundamentais para a obtenção de um bom modelo.

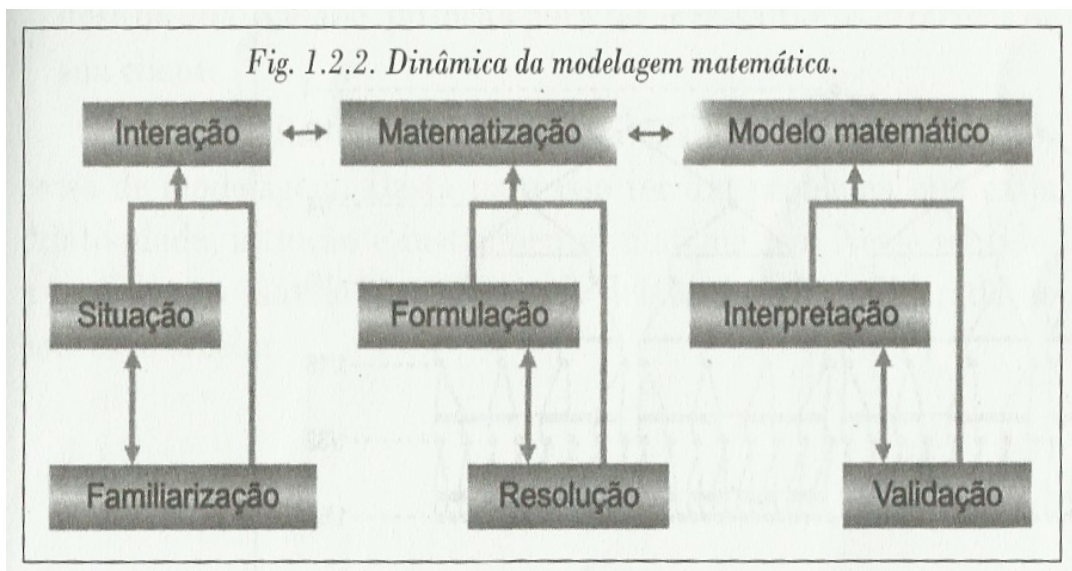
Na formulação do problema se faz toda a seleção de variáveis e constantes envolvidas, atribuindo símbolos e descrevendo as relações entre elas em termos matemáticos. Formulado o problema matemático, passa-se então à sua análise com o “ferramental” matemático disponível.

Como etapa final tem-se o modelo matemático, em que é realizada a interpretação da solução e validação do modelo. Assim, para aceitação ou não do modelo é necessário se fazer uma avaliação a fim de verificar o grau de confiabilidade e sua adequabilidade para a situação-problema. “Este modelo deverá ser testado de diferentes maneiras para verificar em que grau corresponde à realidade analisada” (SOUZA, 2008, p. 05).

Em consonância Bassanezi (2011, p. 30) coloca que “Um bom modelo é aquele que tem capacidade de previsão de novos fatos ou relações insuspeitas”. E acrescenta também que a aplicabilidade de um modelo depende muito do contexto em que este é elaborado, pois “um modelo pode ser ' bom ' para o biólogo e não para o matemático e vice-versa” (BASSANEZI, 2011, p. 31).

As etapas da modelagem matemática, descritas por Biembengut, podem ser visualizadas na Figura 1. A figura apresenta a dinâmica da modelagem matemática, fazendo a relação entre cada etapa descrita acima.

Figura 1 – Etapas do processo de modelagem matemática segundo Biembengut.



Fonte: (BIEMBENGUT, 2013, p. 15)

Cabe colocar que, por mais que se tenha definidas algumas etapas, a modelagem matemática não se restringe a aprender técnicas padronizadas. Como coloca Bassanezi (2011) apenas se aprende a jogar futebol, jogando e da mesma forma apenas se aprende a fazer modelagem, modelando! Além disso, o técnico pode ensaiar jogadas mais efetivas com seu jogador, mas o resultado final depende exclusivamente da habilidade e criatividade do jogador.

Além do mais, a modelagem está muito presente em atividades diárias e pode ser útil na resolução de tais problemas. Um exemplo disto é a construção de uma casa, descrito por Biembengut (2013). Faz-se necessário pensar nas etapas de construção desde o terreno, planta baixa, mão de obra, material a ser utilizado, custo da obra, entre outros. Nesta tarefa, passa-se por muitos entes matemáticos, tais como porcentagem, escala, proporção, juros, geometria plana e espacial.

Também Bassanezi (2011) descreve o problema da fabricação de pipas de vinho em que a modelagem é uma das soluções mais viáveis. A análise do croqui, baseado em apenas uma das ripas que justapostas formam a pipa de vinho, envolve muitos conceitos geométricos como formato da pipa, ângulos, raio e altura.

Ainda poderíamos citar muitos outros exemplos em que a modelagem matemática é útil para resolvermos situações diárias. Pensa-se assim, que no contexto escolar ela não pode deixar de ser considerada, uma vez que aprender matemática faz mais sentido quando se sabe fazer uso dela no ambiente em que se vive.

Além do mais, tratando-se de modelagem no ensino, nem sempre o resultado mais gratificante e interessante é o modelo propriamente dito, mas todo processo pelo qual se elaborou e discutiu soluções para a situação-problema. Neste sentido, Klüber e Burak (2008, p.25) também colocam que

A modelagem na escola não deve ter os mesmos parâmetros da modelagem experimental; nesta, os pesquisadores possuem um grande ferramental matemático para a resolução dos mais diferentes problemas. Os problemas que surgem na escola nem sempre ensinam problemas que possam ser modelados com a mesma intensidade das ciências naturais ou modelados matematicamente no sentido literal, muitas vezes, os primeiros problemas requerem interpretações bem mais simples, contudo, não menos significativas, pois essas podem conferir um outro significado e ordem aos conteúdos programáticos do currículo.

Assim, acredita-se que a modelagem matemática pode ser um novo viés para o ensino-aprendizagem desta ciência e possibilita ao aluno efetivo conhecimento seja na forma de conceitos matemáticos, seja sobre o tema que se estuda.

2.2 Mobiliário escolar

No Brasil, existem poucas publicações relacionadas a mobiliário escolar. Dentre os materiais encontrados, o trabalho mais completo é o que foi produzido pelo Ministério da Educação, em 1999, no projeto FUNDESCOLA (Fundo de Fortalecimento da Escola), e elaborado por Bergmiller, De Souza e Brandão. Assim, tomar-se-á como base para este trabalho, em sua maioria, os dados e informações desta obra.

O mobiliário escolar teve suas primeiras regras técnicas estabelecidas no final da década de 70 pelo CEBRACE (Centro Brasileiro de Construções e Equipamentos Escolares). Quase vinte anos depois, o FUNDESCOLA contratou esta mesma equipe para pesquisar sobre a situação do mobiliário das escolas e propor um novo documento técnico, atendendo às normas editadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT.

Elaborou-se então, em 1997, a NBR 14006 – Móveis escolares: assentos e mesas para instituições educacionais. Esta norma determina os requisitos mínimos, apenas para conjunto aluno individual, (mesa e cadeira), para instituições de ensino em todos os níveis destacando os aspectos ergonômicos, estabilidade, identificação, de acabamento e resistência.

Percebe-se, mesmo que ainda lentamente, que o mobiliário escolar está sendo visto como um importante fator no processo de ensino e traz preocupações em escalas cada vez maiores. Também neste sentido, Oliveira (p.1, 2006) nos traz que

As mesas e cadeiras escolares podem ser consideradas uma importante variável no contexto educacional brasileiro, pois muitas vezes são associadas a vultosos investimentos e a um grande número de instituições envolvidas, razão pela qual vêm se tornando motivo de preocupação para os governos federal, estaduais, municipais, bem como para instituições privadas e para a sociedade em geral.

É recomendado pela NBR 14006, a adoção de tamanhos diferentes de cadeiras e mesas, para que sejam atendidos os requisitos básicos de postura por parte de alunos de diferentes estaturas. Essa recomendação baseia-se em análise desenvolvida de acordo com normas internacionais: Din 68970 (Alemanha) e BS 3030 (Inglaterra).

Segundo Oliveira (2006, p. 2), “no que diz respeito aos aspectos ergonômicos, a norma brasileira foi baseada em estudos antropométricos realizados na Europa, [...] por ainda não haver estudos antropométricos da população infanto-juvenil, de abrangência nacional”. No entanto, cabe salientar que essas medidas antropométricas variam muito de acordo com a etnia e nacionalidade, podendo não ser as mais adequadas para os brasileiros.

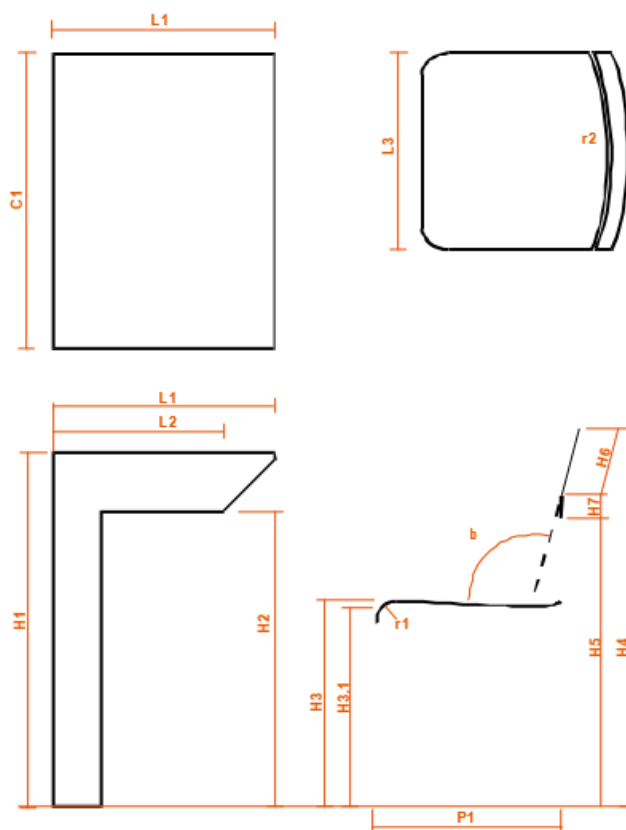
A norma sugere a adoção de 5 a 7 padrões, que levam em conta a estatura dos alunos e não sua faixa etária. Estes padrões incluem faixas de estatura que compreendem desde crianças na idade pré-escolar até indivíduos adultos, perpassando pelo Ensino Básico e Superior. A tabela dimensional e referência gráfica, previstas na NBR 14006, podem ser analisadas no anexo A.

As características apresentadas, destas classes, possuem uma correspondência muito próxima entre as quatro classes previstas para o ensino básico e os três padrões recomendados pelo CEBRACE (pequeno, médio e grande) e adotados pela FDE². Na Figura 2 e no Quadro 1

2 Fundação para o Desenvolvimento da Educação.

pode-se observar a representação e as medidas (em mm) especificadas para cada padrão de mesa e cadeira.

Figura 2 – Representação da mesa e cadeira do aluno adotado pelo CEBRACE.



Fonte: (BERGMILLER, DE SOUZA e BRANDÃO, 1999, p.17)

Quadro 1 – Medidas recomendadas para mesa e cadeira do aluno pelo CEBRACE.

		Mesa do aluno					Cadeira do aluno										
		H1	H2	L1	L2	C1	H3	H3.1	P1	r1	L3	H4	H5	H6	H7	β	r2
1	1180 até 1400	580	460	450	350	600	320	319	330	40	400	630	450	135	45	100 105	650
2	1401 até 1600	660	540	450	350	600	380	379	360	40	400	720	540	135	45	100 105	650
3	mais de 1600	720	600	450	350	600	420	419	380	40	400	770	590	135	45	100 105	650

Fonte: (BERGMILLER, DE SOUZA e BRANDÃO, 1999, p.17)

Alguns critérios de qualidade precisam ser observados na aquisição das mesas e cadeiras. Dentre estes critérios deve-se dar especial atenção aos referentes ao usuário (ergonomia), ao uso (pedagogia) e a aspectos construtivos (tecnologia).

É de senso comum que o desenvolvimento do corpo do aluno não é constante ao longo da infância e adolescência. Logo, as mesas e cadeiras usadas por ele durante a vida escolar também não podem manter as mesmas proporções e tamanhos.

Em consonância, Bergmiller, De Souza e Brandão (1999) acrescenta que “É fundamental o estabelecimento de critérios relativos à altura do assento, ao encosto, aos ângulos e às dimensões de cadeiras. Cadeiras e mesas constituem um todo antropométrico, devendo ter obrigatoriamente suas medidas relacionadas”. Além do mais, os aspectos ergonômicos têm influência direta no bem-estar e na aprendizagem do aluno.

As exigências pedagógicas pedem um mobiliário cada vez mais flexível, que possa ser posicionado e justaposto de maneiras diferentes rapidamente. Esta característica de mobilidade nas salas de aula é muito importante, como coloca Bergmiller, De Souza e Brandão (1999, p.7)

Os critérios didáticos atuais apontam para um ambiente em que a mobilidade do mobiliário é fundamental para o ensino e aprendizagem. Nesse ambiente, o professor juntamente com os alunos farão as modificações necessárias para cada atividade. A cada aula o arranjo pode ser outro.

Para possibilitar esta mobilidade, é necessário que o peso do móvel seja compatível à força do aluno. Além disso, as dimensões dos móveis escolares devem ser adequadas ao tipo de trabalho que será realizado.

Quanto aos aspectos construtivos, resistência e rigidez são características fundamentais no móvel escolar, dando segurança ao aluno. Além disso, mesas e cadeiras não podem apresentar elementos facilmente removíveis, principalmente para evitar acidentes leves, como cortes.

Recomenda-se também o uso de materiais mau condutores de calor para todas as superfícies dos móveis que têm contato com o corpo, bem como superfícies sem brilho. Os tampos das mesas, quando brilhosas, podem afetar a capacidade visual, dificultando o aprendizado.

Outro aspecto a se observar é que, nem sempre, alta tecnologia é significado de qualidade. É preciso analisar muito bem antes da compra as possibilidades de reparo rápido, fácil e barato, a fim de evitar ter um móvel de alta tecnologia sem uso por falta de manutenção adequada.

Outro fator essencial a ser analisado, referindo-se ainda a qualidade do móvel, é o material utilizado na sua fabricação. Como o interesse neste trabalho está voltado para o tempo das mesas, voltou-se a pesquisa para materiais específicos: MDF³ (Medium Density Fiberboard) e MDP⁴ (Medium Density Particleboard). As informações abaixo são uma síntese da Revista Casa e Construção, acessada em meio eletrônico.

MDF é um material uniforme, plano e denso que é derivado da madeira, e não possui nós. É um produto relativamente recente (década de 70, EUA), sendo que no Brasil sua produção iniciou em 1994.

As chapas de MDF são fabricadas com diferentes características, que variam conforme sua função de utilização final. Além das chapas normais, são produzidas as chapas resistentes ao fogo e as chapas resistentes a água. As espessuras das chapas podem variar muito, sendo que as chapas de maior espessura são utilizadas em elementos estruturais ou decorativos de arquitetura e móveis.

A homogeneidade que a distribuição uniforme das fibras proporciona possibilita trabalhos de usinagem muito precisos, furação e uma ampla escala de acabamentos. O MDF pode receber impressão a laser imitando diferentes tipos de madeira ou ainda ter acabamentos feitos com laca, fórmica e vítreo. Além disso, o fato de ser um painel de fibras não-orientadas permite que seja cortado em qualquer sentido.

Assim como o MDF, o MDP também é um painel de madeira de média densidade. Entretanto, enquanto o MDF é feito de fibras aglutinadas de madeira, o MDP é formado com partículas pequenas de madeira nas extremidades e delgadas no meio da chapa.

O MDP é o material mais utilizado no mundo todo pelo setor moveleiro, uma vez que sua produção utiliza menos matéria-prima que o MDF, o que acarreta em custo-benefício melhor. No entanto, “sua utilização é limitada à criação de móveis com linhas retas, formas orgânicas e que não exijam usinagem em baixo-relevo, entalhes e cantos arredondados”. (REVISTA CASA E CONSTRUÇÃO).

3 Placa de fibra de média densidade.

4 Placa de partícula de média densidade.

O MDP é encontrado no mercado com revestimento melamínico em BP (Baixa Pressão), FF (Finish Foil) ou sem revestimento para aplicação de lâminas de madeira, laminados de alta pressão para pintura e impressão.

As dimensões, tanto das chapas de MDP como das chapas de MDF, podem variar muito, mas as mais encontradas no mercado são $2,75\text{ m} \times 1,83\text{ m}$. Da mesma forma, a espessura pode variar de 3 mm até 60 mm. Para os tampos de classe em estudo, todos foram fabricados utilizando-se chapas de 18 mm de espessura.

Enfim, pode-se considerar que “O mobiliário escolar é um elemento de apoio ao processo de ensino, pois o conforto físico e psicológico do aluno influencia no rendimento da aprendizagem de forma direta” (BERGMILLER, DE SOUZA E BRANDÃO, 1999, p. 6). Além disso, mesas e cadeiras escolares, associados a outros fatores físicos, são elementos da sala de aula que influenciam diretamente no desempenho, segurança, conforto e em diversos comportamentos dos alunos. Justifica-se assim, a importância de se oferecer móveis de qualidade – em todos os aspectos – aos alunos.

3. METODOLOGIA

Neste capítulo serão apresentados o cenário e os sujeitos envolvidos na proposta de trabalho, bem como a metodologia utilizada no desenvolvimento da pesquisa.

3.1 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

A execução da pesquisa ocorreu em quatro etapas: pesquisa bibliográfica e revisão de literatura, elaboração das propostas de atividades, aplicação de algumas atividades e análise dos resultados.

Na primeira etapa, foi realizada uma pesquisa bibliográfica em artigos, livros, revistas e documentos em meio eletrônico, buscando obter maior embasamento teórico sobre a modelagem matemática e sua aplicação na fabricação de móveis.

Na segunda etapa, foi elaborada uma sequência didática com atividades diferenciadas, envolvendo a temática: fabricação de mesas escolares e modelagem matemática, com caráter teórico/prático. Também pesquisou-se sobre as normas que padronizam o mobiliário escolar.

Na terceira etapa, foram desenvolvidas algumas das atividades da sequência didática com alunos do 1º ano do Técnico em Móveis do Instituto Federal Farroupilha – Campus Santa Rosa, que se dispuseram a participar no turno inverso da aula. Participaram apenas quatro alunos, pois as atividades foram realizadas no fim de semestre, concomitantemente com as avaliações finais dos alunos. Além disso, a maior parte dos alunos da turma já tinha outras atividades no horário oferecido.

A aplicação das atividades ocorreu em quatro encontros com duração de quatro horas-aula e algumas atividades de pesquisa de campo fora deste horário. A escolha desta turma foi motivada por lecionar o componente curricular de matemática e ouvir seguidamente a indagação: “quando vou usar isto?”.

E, na quarta e última etapa, foi feita a análise das atividades desenvolvidas, bem como elaboradas mais propostas de atividades baseadas em questionamentos que surgiram durante os encontros.

4. RESULTADOS

Neste capítulo, são apresentados o desenvolvimento e a análise das atividades da sequência didática que foram aplicadas.

4.1 SEQUÊNCIA DIDÁTICA

As atividades apresentadas a seguir foram elaboradas após a escolha do tema norteador “Fabricação de mobiliário escolar infantil”. Por se tratar de um tema muito amplo, tornou-se necessário delimitá-lo e optou-se por trabalhar com mesas escolares infantis. Cabe destacar ainda, que a escolha por mesas infantis e não adultas, se deve ao leque maior de modelos de mesas escolares para crianças.

Assim, inicialmente foi realizada uma pesquisa sobre as mesas escolares utilizadas nas escolas próximas das residências dos alunos. Na sequência, trabalhou-se com a representação dos tampos das mesas pesquisadas, criou-se uma maquete de cada mesa e culminou-se no cálculo da quantidade de material a ser utilizado na fabricação de cada um dos tampos.

Cabe colocar, que ao iniciar esta atividade os alunos já haviam tido contato com a maior parte dos conceitos matemáticos trabalhados. Dentre estes pode-se citar área e perímetro de figuras geométricas planas, razão, proporção, escala, porcentagem e ângulos. Entretanto, isto não quer dizer que para todos eles estes conceitos estavam internalizados ou tinham alguma aplicabilidade.

4.1.1 Atividade 1 – Pesquisa de campo e representação do tampo da mesa escolar

Objetivos:

- Pesquisar dados sobre o tema a ser trabalhado;
- Adquirir informações dimensionais do móvel a ser analisado;
- Trabalhar formas geométricas e suas propriedades;
- Entender o conceito de escala e sua aplicabilidade.

Material

Folhas A3, Folhas A4, lápis, borracha, calculadora, régua, escalímetro, compasso e transferidor.

Conceitos matemáticos envolvidos

- Formas geométricas planas e suas propriedades.
- Escala.
- Ângulos.
- Razão e proporção.

Problema inicial

Fazer a representação em escala da mesa pesquisada por cada um dos alunos.

Desenvolvimento

A primeira tarefa lançada aos quatro alunos (A, B, C, D) foi realizar uma pesquisa de campo sobre as classes utilizadas pelos alunos dos anos iniciais nas escolas localizadas nas imediações de suas casas. Deveriam ser observados formato, dimensões e material utilizado na confecção da mesa.

Os modelos que apareceram com mais frequência foram as mesas de tampo circular (Figura 3), “trapezoidal” (Figura 4) e retangular (Figura 5).

Figura 3 – Tampo circular



Fonte: (DIMOVESC)

Figura 4 – Tampo “trapezoidal” e octogonal no centro



Fonte: (CEQUIPEL)

Figura 5 – Tampo retangular



Fonte: (CEQUIPEL)

As mesas de tampo circular, bem como o conjunto de mesas “trapezoidais” e octogonal são utilizadas coletivamente por alunos de 4 e 5 anos de idade. Já as mesas de tampo retangular e individuais são usadas por uma turma de 1º ano, com cerca de 6 e 7 anos de idade.

É interessante observar que as mesas de tampo circular são de uso coletivo. Da mesma forma, as de tampo “trapezoidal” permitem que os alunos se agrupem em torno de outra mesa maior octogonal na realização das atividades. Também, as mesas de tampo retangular possibilitam que os alunos façam as atividades individualmente ou se reúnam em grupos maiores, o que vem ao encontro com a característica essencial de mobilidade elencada por Bergmiller, De Souza e Brandão (1999).

Para a fabricação de um móvel de qualidade, sem desperdício de materiais e de tempo, é importante que se faça o projeto da peça que será elaborada. Neste processo, tem-se a possibilidade de tomar conhecimento de seu formato, dimensões e material a ser utilizado.

Assim, cada aluno foi desafiado a fazer o desenho do tampo da mesa que pesquisou, com o objetivo de adquirir informações dimensionais do móvel. Nesta etapa, descrita por

Biembengut como etapa da interação, ocorre a familiarização com o problema.

Como cada aluno havia realizado a pesquisa em uma escola e alguns modelos de mesas se repetiram, naturalmente pensaram em cada um ser responsável por um modelo de mesa. Com isso, o conjunto de mesas “trapezoidal” e octogonal foi dividido, ficando um formato de tampo diferente para cada aluno.

Cabe ressaltar que, como o público-alvo são alunos do 1º ano do Técnico em Móveis, o trabalho será voltado apenas para o tampo das mesas, cujo material utilizado na fabricação é de interesse deste grupo. Assim, não serão levados em conta outros materiais utilizados na fabricação da mesa escolar, tais como ferragens e peças em polipropileno.

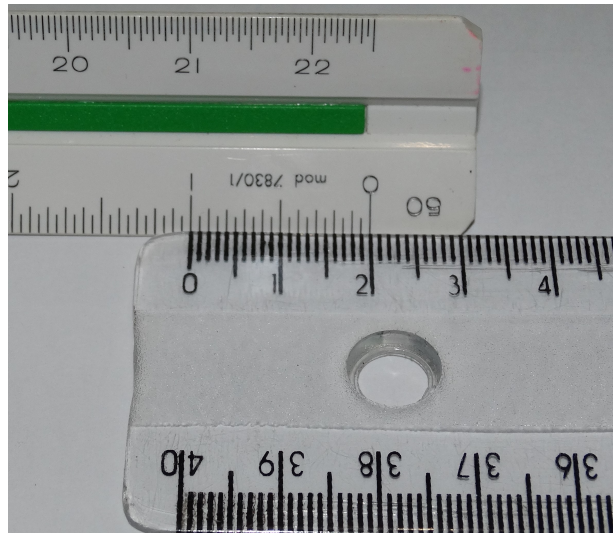
Esta etapa do trabalho foi considerada pelos alunos a mais difícil, uma vez que precisavam organizar todos os dados pesquisados e colocá-los no papel tendo em mãos apenas um escalímetro, régua, lápis e borracha. Era necessário atentar para o formato e as medidas do tampo, e ainda fazer o projeto em escala. A definição de escala e o uso do escalímetro no desenho foram questionados e debatidos.

Pesquisando definição de escala encontrou-se que “escala é a relação da dimensão linear de um objeto ou elemento representada no desenho para a dimensão real deste objeto ou elemento” (EDIFICAÇÃO MODERNA, 2012). Uma das formas de indicar uma escala é por uma razão. Por exemplo, na representação de um objeto na escala de 1:50 está se indicando que o objeto é 50 vezes maior que o objeto que o representa.

Já o escalímetro é um instrumento “que serve para medir ou marcar medidas em um desenho utilizando uma das suas escalas” (EDIFICAÇÃO MODERNA, 2012). Os escalímetros permitem passar as medidas de uma escala para outra sem a necessidade de qualquer cálculo matemático, basta utilizar uma ou outra das suas graduações (escalas).

Uma das escalas mais utilizadas é 1:50. Nesta escala, cada metro do projeto real equivale a dois centímetros no desenho do projeto, como ilustrado na Figura 6.

Figura 6 – Associação do escalímetro com uma régua graduada



Fonte: Autora

Curiosamente, todos sabiam manusear o escalímetro, entretanto nem todos sabiam seu significado. Ficou definido então que escala é a proporção entre tamanho real de um objeto e sua representação (desenho) e o escalímetro é um instrumento para relacionar as escalas sem necessidade de cálculos.

Para auxiliá-los na organização dos dados, foi solicitado que descrevessem geometricamente a classe pesquisada. Com isto, constataram vários detalhes e características do móvel até então despercebidas.

Segue a descrição das quatro mesas, (como pode ser visto nas figuras 7, 8, 9 e 10) levando em conta que até aqui se considerou a mesa octogonal e as mesas “trapezoidais” um conjunto. Cada aluno pode descrever a mesa utilizando vocábulos de seu campo semântico, sendo feita a adaptação da linguagem correta posteriormente.

Figura 7 – Descrição da mesa circular

A mesa possui tampo redondo com diâmetro de 80 cm. Tem 4 pernas com diâmetro de 2,22 cm. A altura total da mesa é de 56 cm. A espessura do tampo é de 2 cm. Suas pernas são em tubo de aço com altura de 54 cm.

“A mesa possui tampo redondo com diâmetro de 80 cm. Tem 4 pernas com diâmetro de 2,22 cm. A altura total da mesa é de 56 cm. A espessura do tampo é de 2 cm. Suas pernas são em tubo de aço com altura de 54 cm.” (Aluno A)

Fonte: Autora.

Figura 8 – Descrição da mesa “trapezoidal”

A mesa tem o tampo meio que em formato trapezoidal com os cantos da Base maior arredondados, a base menor mede 35 cm, e a Base maior “seria” 60 (60) cm, altura de 39 cm. Com estruturas em tubo de aço de $\frac{7}{8}$ de polegada, de diâmetro.

“A mesa tem o tampo meio que em formato trapezoidal com os cantos arredondados, a base menor mede 35 cm, e a base maior “seria” 60 cm, altura de 39 cm. Com estruturas em tubo de aço de $\frac{7}{8}$ polegadas de diâmetro”. (Aluno C)

Fonte: Autora.

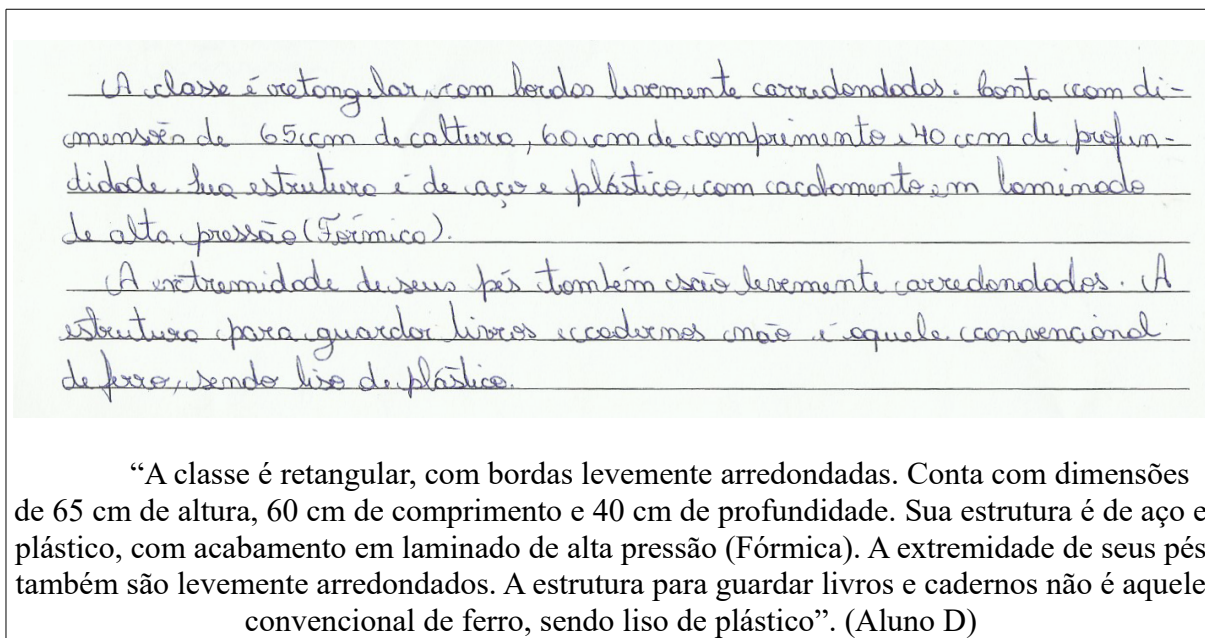
Figura 9 – Descrição da mesa octogonal

Tampo octogonal, de lados medindo 35 cm

“Tampo octogonal, de lados medindo 35 cm”. (Aluno B)

Fonte: Autora.

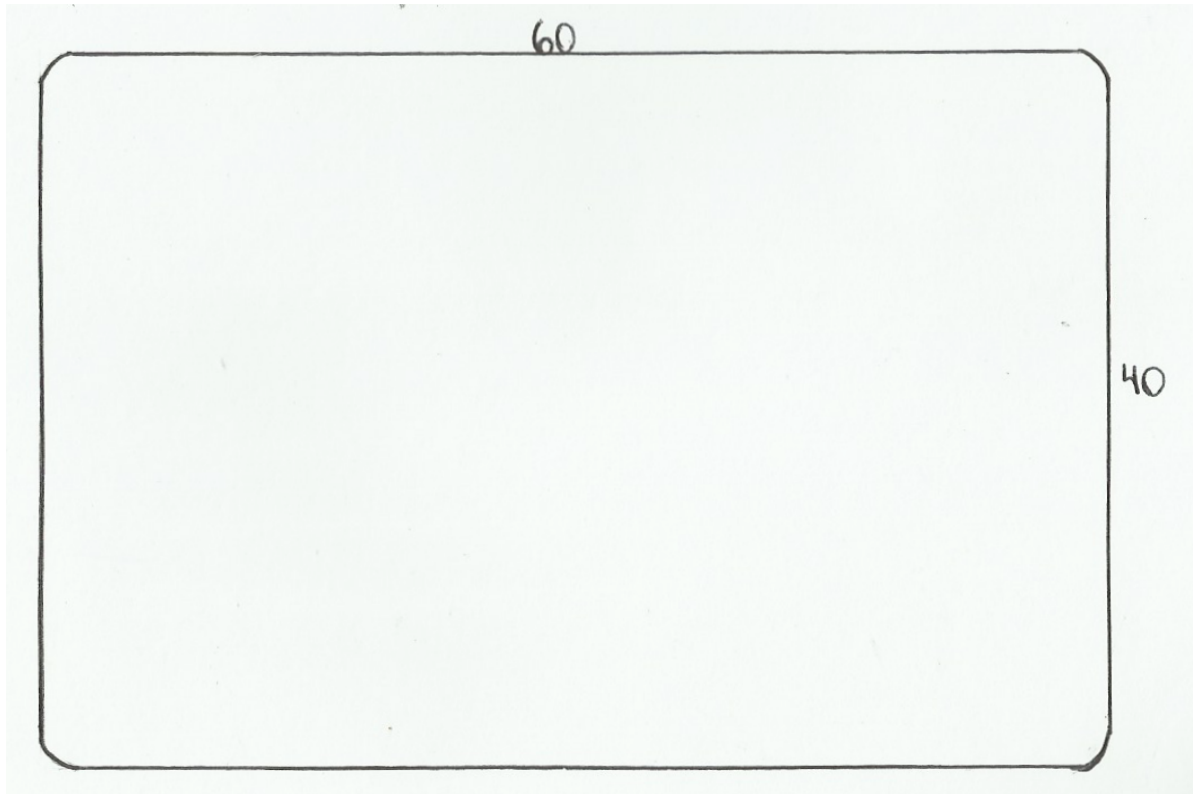
Figura 10 – Descrição da mesa retangular



Fonte: Autora.

O desenho em escala do tampo retangular (Figura 11) e do tampo circular (Figura 12) foram realizados sem muita dificuldade, pois suas formas geométricas eram simples e as propriedades bem conhecidas pelos alunos.

Figura 11 – Tampo retangular na escala 1:5 (Aluno D)



Fonte: Autora

A escolha da escala a ser utilizada foi definida por cada um. A título de exemplo, a escala definida pelo aluno D para a mesa retangular foi de 1:5, ou seja, o desenho foi feito reduzindo-se 5 vezes suas medidas.

Sabe-se que a medida real do tampo é $60\text{ cm} \times 40\text{ cm}$, respectivamente. Assim, para encontrar o comprimento (x) fazendo uso da definição de escala, segue que

$$ESCALA = \frac{\text{medida no desenho}}{\text{medida real}}$$

$$\frac{1}{5} = \frac{x}{60}$$

$$5x = 60$$

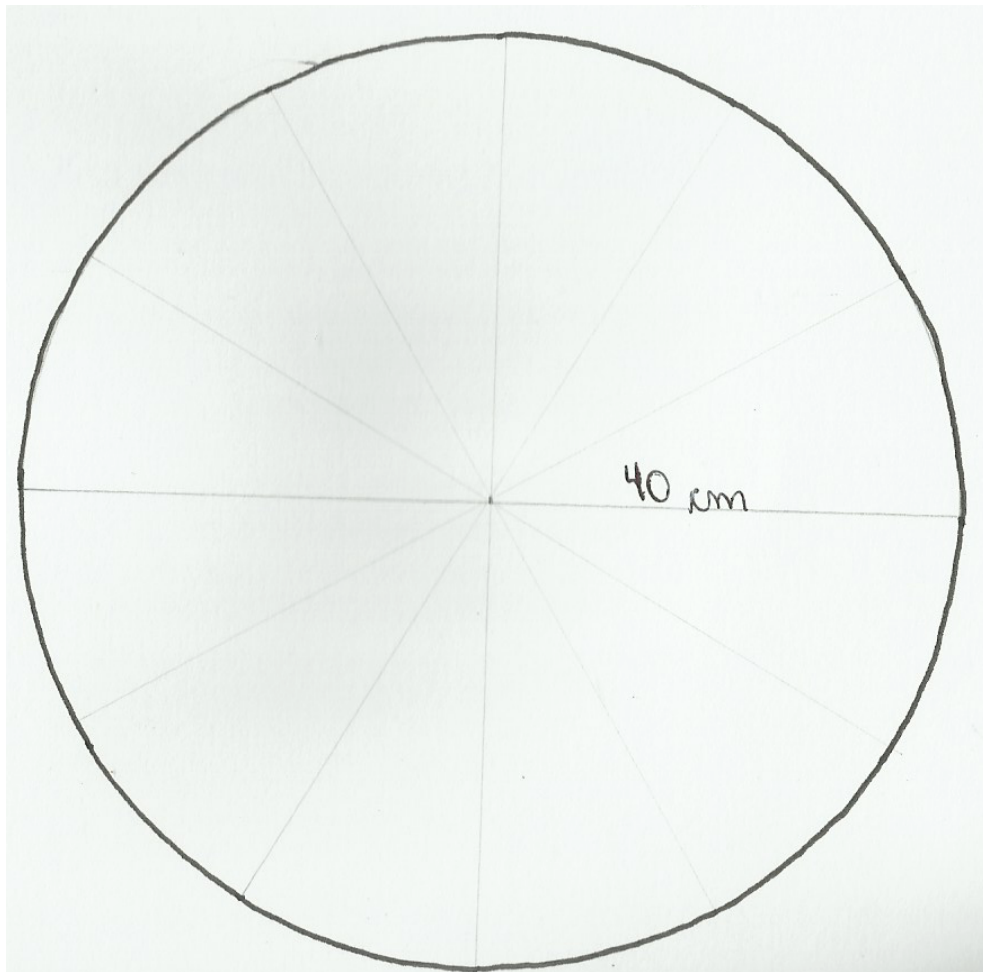
$$x = 12\text{ cm}$$

Para a conversão da largura, poder-se-ia seguir o mesmo processo, e o resultado a ser encontrado seria de 8 cm. Porém, neste caso, o aluno D preferiu utilizar o escalímetro, e fazer

as associações necessárias.

O tampo circular (Figura 12) foi desenhado na escala 1:7,5 e o aluno A também se baseou no uso do escalímetro para fazer a representação em escala.

Figura 12 – Representação do tampo circular na escala 1:7,5 (Aluno A)

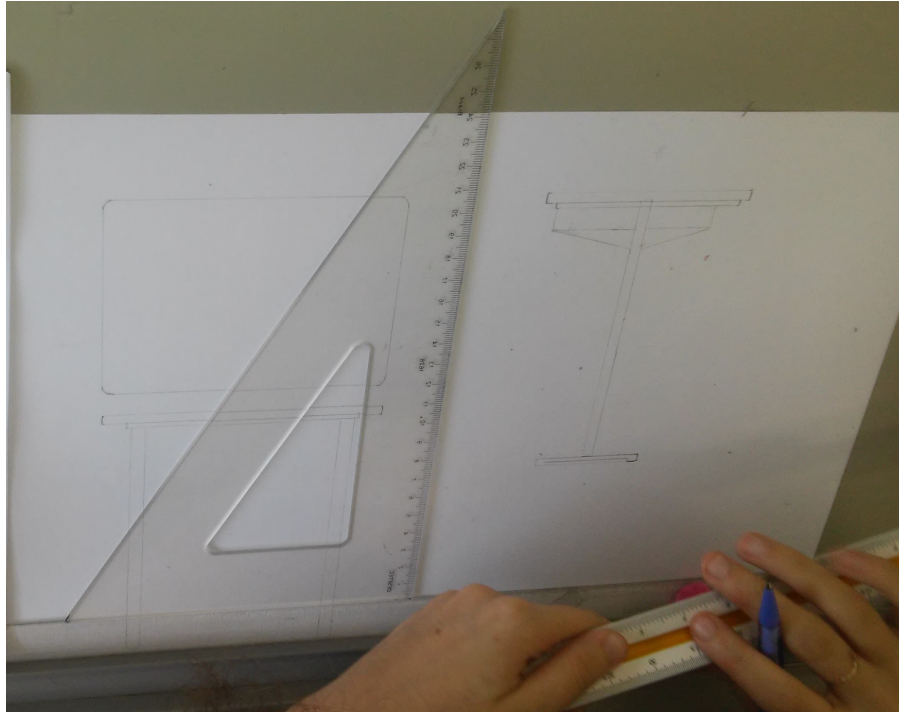


Fonte: Autora

Os alunos A e D representaram suas mesas também em outras duas projeções ortográficas, fazendo além da vista superior (Figura 11 e Figura 12), as vistas frontal e lateral da mesa. Estas representações, em escala, encontram-se no Anexo B.

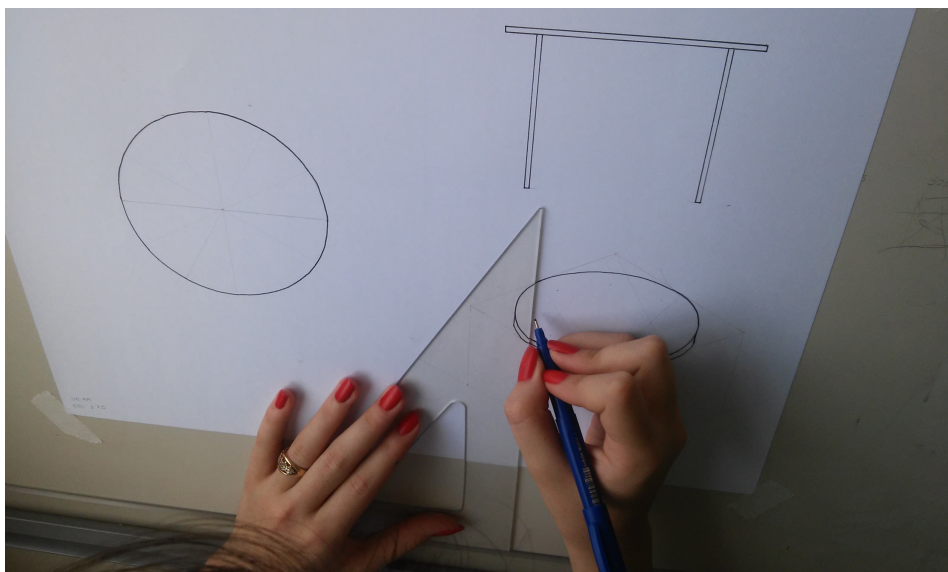
Na sequência, a Figura 13 e a Figura 14 registram os alunos fazendo o desenho nas três vistas citadas.

Figura 13 – Desenho da mesa de tampo retangular (vistas frontal, superior e lateral)



Fonte: Autora

Figura 14 – Desenho da mesa de tampo circular (vistas frontal, superior e isométrica)



Fonte: Autora

Cabe colocar que durante toda a atividade os alunos foram sendo abordados sobre as noções matemáticas envolvidas no desenho e instigados a utilizar a linguagem matemática usual para estes conceitos. Além disso, aproveitou-se este momento para desafiá-los sobre o conhecimento das propriedades das figuras geométricas que estavam sendo desenhadas.

Assim, por exemplo, para o retângulo os alunos foram elencando propriedades tais como, é um quadrilátero, com os quatro ângulos retos, lados opostos paralelos e congruentes. Pode-se acrescentar ainda que as diagonais do retângulo são congruentes e se cruzam nos respectivos pontos médios.

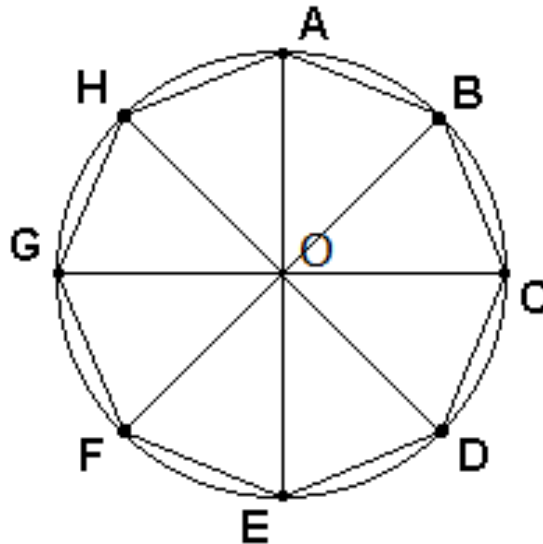
Já o conjunto de mesas “trapezoidais” e octogonal, que foi pesquisado por dois alunos, acabou sendo discutido por todo o grupo. Além disso, por ter um nível de dificuldade mais elevado levou mais tempo para ser compreendido e desenhado. Assim foi realizado apenas o desenho, em escala, do tampo da mesa.

A primeira dificuldade encontrada foi no desenho do tampo octogonal: “Qual é o ângulo de inclinação que usarei?” (Aluno B). Era de ciência de todos que o tampo tinha 8 lados iguais a 35 cm e todos os ângulos congruentes, e que portanto a forma geométrica a ser feita era um octógono regular. O problema com que o aluno se deparou foi encontrar o ângulo entre dois lados consecutivos do octógono.

Assim, foram orientados a desenhar um octógono regular inscrito em uma circunferência usando régua, compasso e transferidor. Os passos para a construção do octógono foram os seguintes:

- 1 – Trace uma circunferência de centro O e raio qualquer com o compasso.
- 2 – Com a régua trace um diâmetro qualquer da circunferência, marcando os pontos A e E nas extremidades do diâmetro.
- 3 – Trace outro diâmetro, CG, da circunferência, tal que ele seja perpendicular ao AE em O, usando a régua e o transferidor.
- 4 – Trace a bissetriz de cada quadrante passando por O (régua e transferidor), o que dará origem aos pontos de intersecção B, D, F, H com a circunferência.
- 5 – Una com a régua os segmentos, formando o octógono regular ABCDEFGH.

Figura 15 – Octógono regular obtido após os passos de construção



Fonte: Autora.

A construção (Figura 15) auxiliou para que visualizassem que o octógono foi dividido em 8 triângulos isósceles, uma vez que dois dos lados dos triângulos eram a medida do raio. Além disso, o ângulo central de 360° foi dividido em 8 partes congruentes, o que corresponde a 45° cada um.

Sabe-se que a soma dos ângulos internos de um triângulo é sempre 180° e que uma das propriedades do triângulo isósceles é ter os ângulos da base congruentes. Assim, considerando que os ângulos da base sejam x , montou-se a seguinte equação para encontrar a medida do ângulo da base:

$$45^\circ + x + x = 180^\circ$$

$$2x = 135^\circ$$

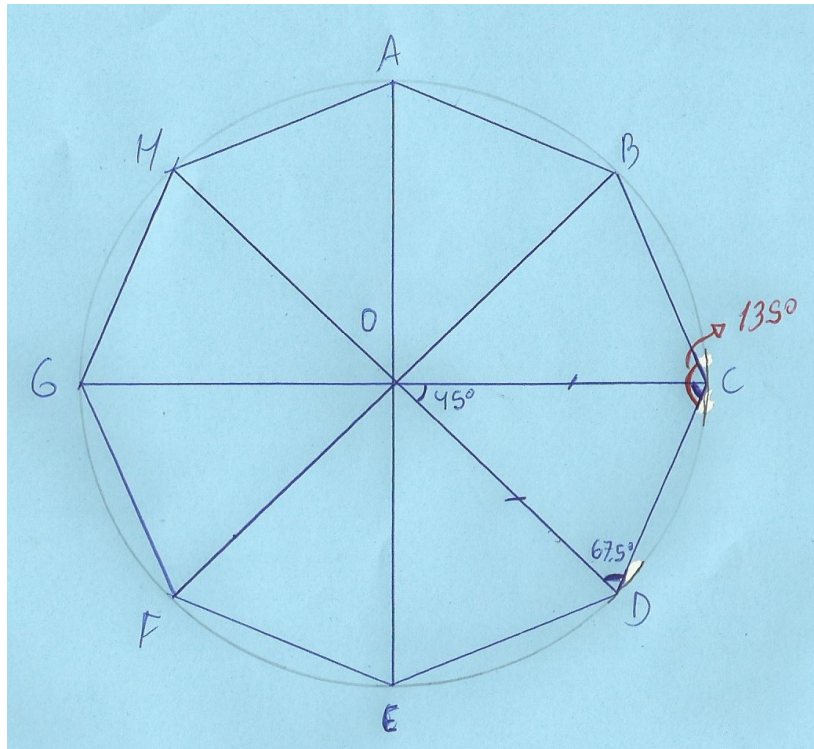
$$x = \frac{135^\circ}{2}$$

$$x = 67,5^\circ .$$

A medida do ângulo encontrada é do triângulo OCD e por congruência de triângulos tem-se que a medida de todos os ângulos das bases dos triângulos mede $67,5^\circ$. Portanto o ângulo entre dois lados consecutivos do octógono regular é $2x$, ou seja, 135° , como pode ser

visto na Figura 16.

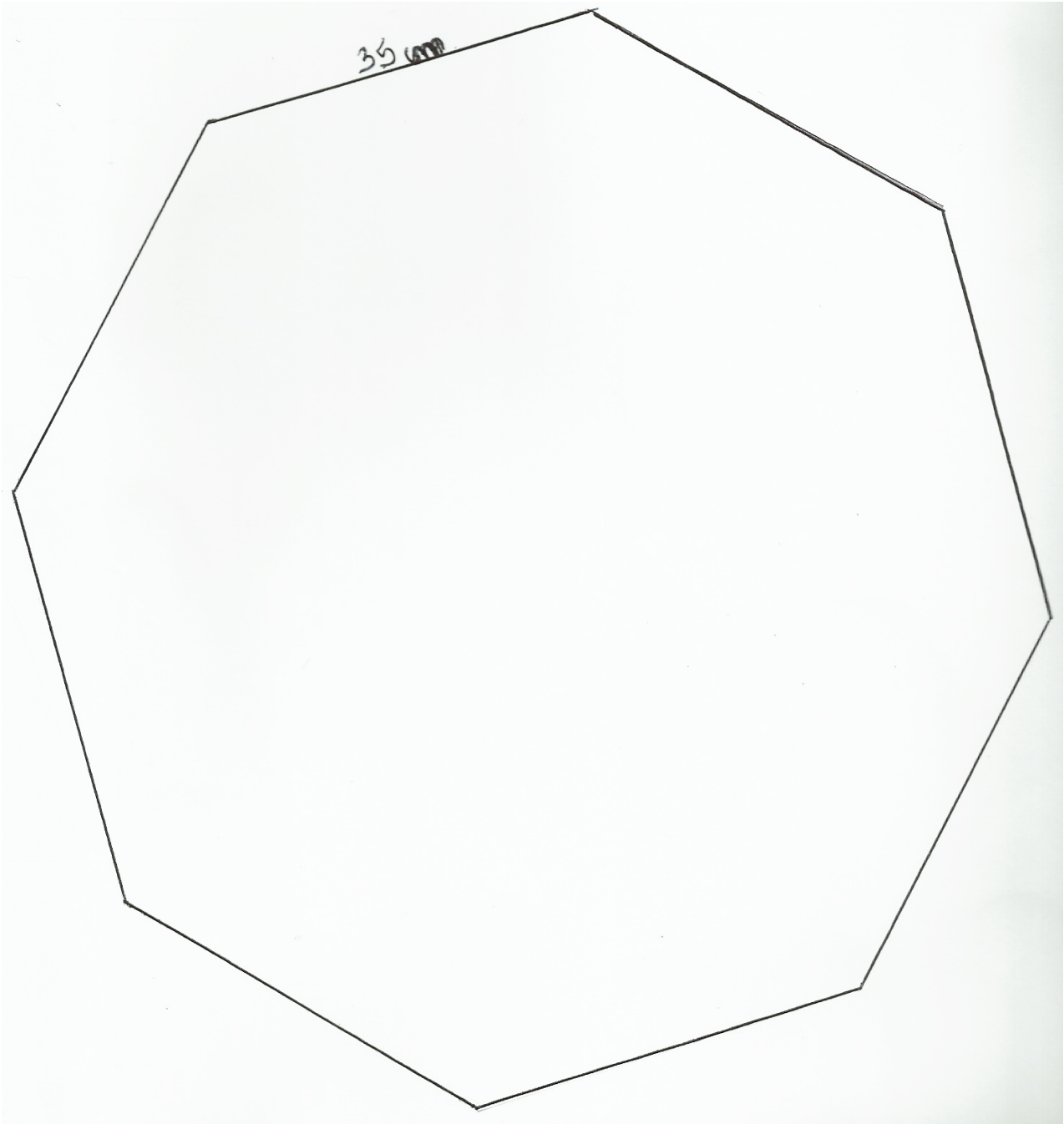
Figura 16 – Ângulos do octógono regular (Aluno B)



Fonte: Autora.

Assim, usando o ângulo de 135° entre dois lados consecutivos do octógono de lado 35 cm, o aluno B fez o desenho do tampo. Veja na Figura 17, a representação do tampo da mesa octogonal, na escala 1:5.

Figura 17 – Representação do tampo octogonal na escala 1:5 (Aluno B)



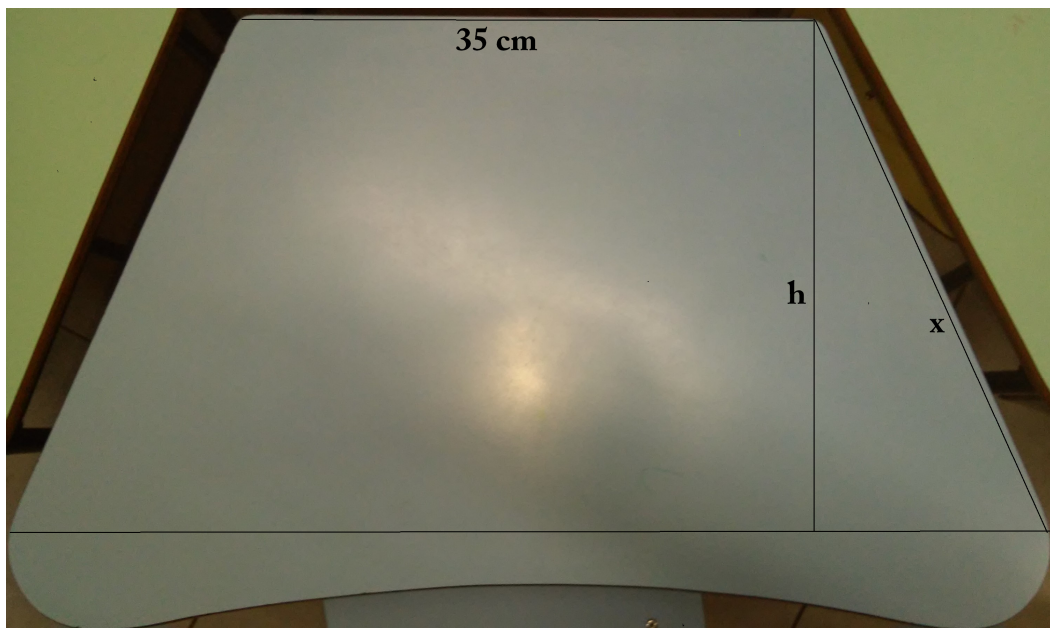
Fonte: Autora.

Outra dificuldade encontrada e discutida pelo grupo foi o desenho da mesa “trapezoidal”, que como pode ser visto na Figura 4 e na descrição do tampo da mesa pelo

aluno C, “tem os cantos do que seria a base maior arredondados”. Da definição de trapézio segundo Bianchini (2011, p. 245) temos que “Trapézios são quadriláteros que têm apenas dois de seus lados paralelos”. E portanto, esta forma não pode ser considerada um trapézio, uma vez que não é um quadrilátero e nem tem dois lados paralelos.

Entretanto, traçando-se uma reta paralela a base menor a uma determinada distância dela, tem-se um trapézio isósceles (Figura 18). E esta foi a solução encontrada pelos alunos para iniciar o desenho do tampo da mesa que faltava. Para finalizá-lo, bastaria fazer a parte arredondada anexa à base maior do trapézio.

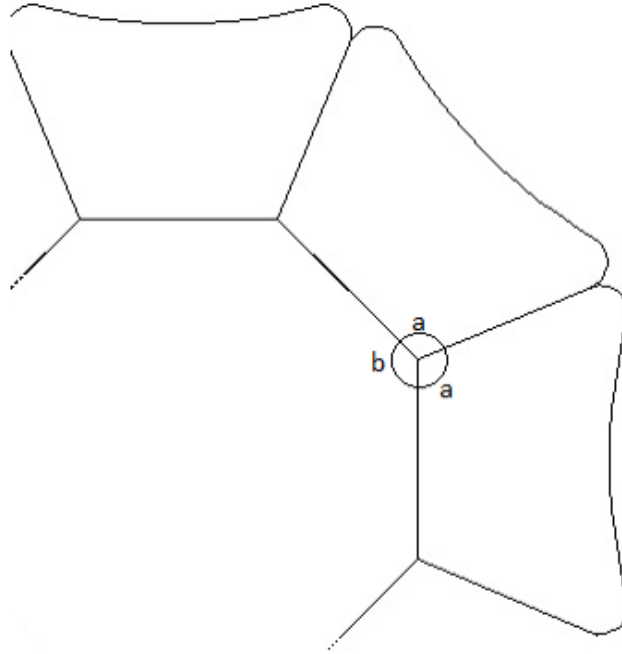
Figura 18 – Foto impressa do tampo de mesa “trapezoidal”



Fonte: Autora.

Partiu-se da sugestão de imprimir uma foto do tampo e trabalhando com proporcionalidade fazer seu desenho. Novamente surgiu o problema da medida do ângulo, que foi solucionado por um dos alunos da seguinte forma: “Eu sei que duas classes encaixadas na mesa octogonal formam com esta mesa um ângulo de 360° . Como o ângulo da mesa octogonal é 135° , e os outros dois ângulos são iguais, então cada um mede $112,5^\circ$ ”. Esta situação pode ser representada pela Figura 19.

Figura 19 – Solução descrita por um dos alunos para encontrar o ângulo a



Fonte: Autora.

Algebricamente pode-se descrever o pensamento acima pela equação $b+a+a=360^\circ$, em que b é o ângulo interno do octógono e a o referido ângulo do trapézio. Sabe-se que $b=135^\circ$, então

$$b+a+a=360^\circ$$

$$135^\circ+2a=360^\circ$$

$$2a=360^\circ-135^\circ$$

$$a=\frac{225^\circ}{2}$$

$$a=112,5^\circ$$

Além disso, faltavam as medidas dos lados não paralelos (x) da mesa e sua altura (h), que foram calculados por meio de proporcionalidade direta. A medida destes lados e da base menor na foto impressa (Figura 18) era de 9,3 cm. Lembrando que a base menor do tampo tem 35 cm, segue que:

$$\frac{35}{9,3} = \frac{x}{9,3}$$

$$x = 35 \text{ cm} .$$

Para determinar a altura também utilizou-se a ideia de proporção. Sabendo que a altura na foto mede 8,5 cm e considerando h a altura no trapézio temos:

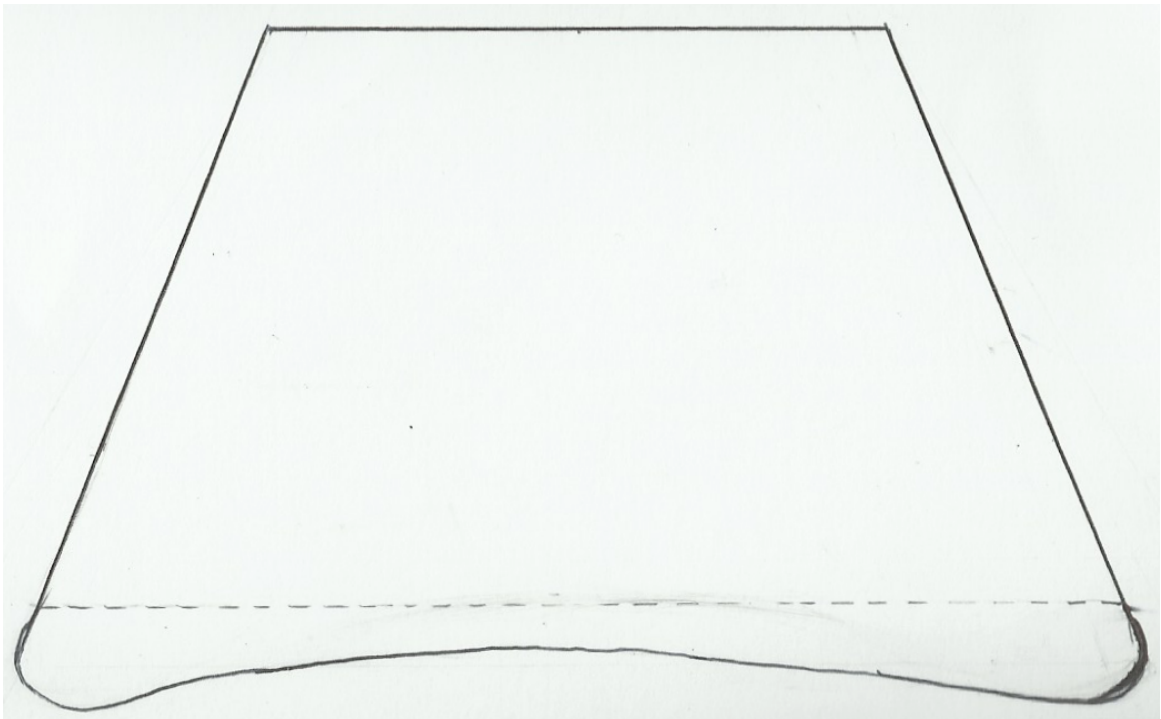
$$\frac{35}{9,3} = \frac{h}{8,5}$$

$$9,3h = 299,25$$

$$h = 32,1 \text{ cm}$$

Assim, sabendo as medidas da altura h , da base menor e o ângulo a , tinha-se dados suficientes para realizar o desenho do tampo. Utilizando a escala de 1:5, chegou-se a um esboço do tampo da mesa de formato tipo trapezoidal (Figura 20). Torna-se necessário colocar que a parte arredondada foi acrescentada livremente a mão no trapézio e pela complexidade do formato do tampo da mesa apenas conseguiu-se fazer um esboço dele.

Figura 20 – Representação do tampo “trapezoidal” em escala (Aluno C)



Fonte: Autora

Debater-se muito sobre a importância desta primeira etapa da fabricação de um móvel: o projeto. Enquanto o móvel ainda está apenas projetado no papel é possível fazer alterações nas medidas e formato sem que isto acarrete em gastos desnecessários de material. Assim, percebe-se a relevância desta atividade na fabricação de um móvel que culmina na construção de um modelo.

4.1.2 Atividade 2 – Maquete das mesas escolares

Objetivos:

- Trabalhar a noção espacial e de proporção.

Conceitos matemáticos envolvidos

- Formas geométricas planas.
- Escala.
- Proporção.

Problema inicial

Fazer um modelo em escala reduzida da mesa analisada.

Desenvolvimento

Nesta atividade foi proposto aos alunos que fizessem uma miniatura ou maquete das classes escolares pesquisadas. A maquete é um modelo do móvel que se quer produzir e como modelo, permite dar uma noção de como será o móvel e também calcular a quantidade de material necessário para a fabricação. Ficou a critério deles a escolha do material necessário e mais adequado para a confecção da maquete.

Na atividade 1 os alunos analisaram suas mesas, anotando medidas e características específicas, o que facilitou o trabalho da maquete. Elencou-se então, uma lista de materiais

que poderiam se usados na confecção do modelo:

- palitos de picolé;
- palitos de churrasco;
- canudos de plástico;
- papel paraná;
- cola quente;
- cola para isopor/EVA;
- tesoura;
- estilete;
- fita crepe;
- massa de modelar;
- tinta guaxe.

O primeiro problema levantado pelos alunos era por qual etapa iniciar o modelo: tampo ou estruturas? Analisando-se o material disponível, um dos alunos fez a seguinte observação: “Podemos começar pelo tampo e escolher as medidas que queremos, cuidando para usar a mesma proporção, é claro. Mas a estrutura precisa ser feita na mesma escala e o problema é que ela é parecida com um cilindro... Não sei como fazer daí” (Aluno B). Cabe colocar, que por mais que os alunos ainda não haviam visto geometria espacial, este aluno já tinha conhecimento do objeto tridimensional conhecido como cilindro.

A intervenção foi feita sugerindo que pensassem no caminho inverso, ou seja, começar pela estrutura e depois fazer o tampo na escala usada. Disponibilizava-se de três materiais que fossem no formato cilíndrico: canudos de plástico de 3 mm e 5 mm e palitos de churrasco. Novamente foi necessário pensar em estratégias, antes de iniciar o processo de corte dos materiais.

“Se usarmos os canudos como as ‘pernas’ da mesa acho que eles não são resistentes o suficiente para aguentar o peso do tampo e vão se dobrar, acho que devemos usar os palitos de churrasco e pintar na cor preta” (Aluno A). Enquanto falava isso, percebeu que o palito de churrasco poderia ser colocado dentro do canudo de 5 mm de diâmetro. Além de dar a rigidez necessária para a estrutura, tinha canudos na cor preta o que evitaria a necessidade de pintura.

A “ideia” foi comemorada por todos e estava decidido o passo inicial. Agora se fazia necessário verificar a escala a ser utilizada. O canudo de 5 mm representaria no modelo o tubo

de aço de $\frac{7}{8}$ polegadas da classe analisada. O aluno A, então fez sua colocação bem animado: “Agora já sei que para calcular a escala só preciso fazer a razão entre o tamanho do desenho e o tamanho real, ou seja, 5 mm por ... (silêncio) $\frac{7}{8}$ polegadas?! Como vou adivinhar que número é esse?” (Aluno A).

Por mais que esta medida já esteve presente em outras situações, como na descrição da mesa, ela não havia chamado atenção deles, pois não precisaram utilizá-la para fazer cálculos. Pesquisou-se então o significado de polegada na internet: “A polegada é uma unidade de comprimento utilizada no Brasil em casos isolados, mas é muito usada em países como a Inglaterra, e sua medição possui uma relação com o centímetro, de forma que 1 polegada corresponde a 2,54 centímetros” (MUNDO EDUCAÇÃO).

Sabendo-se então que 1 polegada equivale a 25,4 milímetros e usando regra de três simples, podemos calcular quantos milímetros (x) são $\frac{7}{8}$ polegada. Assim,

Polegadas	Milímetros
1	25,4
$\frac{7}{8}$	x

$$x = \left(\frac{7}{8}\right) \cdot 25,4$$

$$x = \frac{177,8}{8}$$

$$x = 22,225 \text{ mm} \quad .$$

Logo, a escala do modelo será dada por

$$ESCALA = \frac{5 \text{ mm}}{22,225 \text{ mm}}$$

$$ESCALA = \frac{1}{4,44} \quad .$$

Portanto, a maquete a ser feita terá como escala 1: 4,44. O aluno B completou “Então quer dizer que vamos diminuir cada medida quase 4 vezes e meia. Então para obter a medida da maquete posso simplesmente dividir a medida do tamanho real por 4,44, né?!”.

Esta indagação do aluno foi respondida afirmativamente com o seguinte cálculo, em que y é a medida real e x a medida que se quer encontrar na representação:

$$ESCALA = \frac{x}{y}$$

$$\frac{1}{4,44} = \frac{x}{y}$$

$$y = 4,44x$$

$$x = \frac{y}{4,44} .$$

Começou-se então os cálculos das medidas a serem usadas no modelo, usando a dedução feita pelo aluno, de apenas fazer a divisão. Colocou-se os resultados nos quadros 2 e 3.

Quadro 2 – Relação entre as medidas reais da mesa circular e suas respectivas medidas na maquete

	Medida real da mesa circular	Medida na maquete
Altura h	57 cm	12,8 cm
Raio r do tampo	40 cm	9 cm
Espessura do tampo	1,8 cm	0,4 cm

Fonte: Autora

Quadro 3 – Relação entre as medidas reais da mesa octogonal e suas respectivas medidas na maquete

	Medida real da mesa octogonal	Medida na maquete
Altura h	57 cm	12,8 cm
Lado l do tampo	35 cm	7,8 cm
Espessura do tampo	1,8 cm	0,4 cm

Fonte: Autora

O papel escolhido por eles para a confecção do tampo foi o papel paraná, usado por eles nas aulas de maquete do curso. Este papel é encontrado com várias gramaturas e a espessura do utilizado para esta atividade  de 1 mm.

Como a espessura do papel utilizado é menor que a espessura do tampo a ser feito, foi preciso calcular quantos tampos de papel paraná “empilhados” seriam necessários para o modelo. Concluiu-se que com 4 tampos colocados um sobre o outro têm-se 4 mm – 0,4 cm – que era exatamente a espessura calculada para o modelo.

Na sequência, na Figura 21 pode ser visto uma das etapas iniciais da fabricação dos modelos das mesas de tampo circular e octogonal.

Figura 21 – Etapa da construção do modelo das mesas de tampo circular e octogonal.



Fonte: Autora.

Nas Figuras 22 e 23, respectivamente, podem ser visualizadas cada uma das maquetes destas mesas prontas. Cabe observar que se deu mais ênfase na construção e medidas das mesas, não refinando muito o acabamento, até por falta de tempo.

Na maquete de tampo circular foi utilizada folha A4 na cor verde para fazer o acabamento na superfície do tampo e fita crepe para a fita de borda. Já no tampo octogonal apenas pintou-se o tampo na cor verde, sem nenhum acabamento na espessura.

Figura 22 – Maquete da mesa de tampo circular (Aluno A)



Fonte: Autora.

Figura 23 – Maquete da mesa de tampo octogonal (Aluno B)



Fonte: Autora.

Para a mesa de tampo retangular pensou-se no mesmo processo para a confecção do modelo. Iniciou-se analisando o material que se tinha em mãos para encontrar uma escala apropriada. Como a estrutura dessa mesa era em tubo oblongo (Figura 24), o que mais se aproximava do formato eram palitos de picolé.

Figura 24 – Ilustração de tubo oblongo



Fonte: (ALUMINOX)

Das medidas do tubo da estrutura a única conhecida era sua altura, e portanto as outras medidas, como largura e espessura não foram colocadas em escala na maquete do móvel. Assim, a única limitação que se tinha para escolher a escala a ser utilizada, era que a altura da maquete não poderia ser maior que o comprimento do palito de picolé.

O aluno D ainda acrescentou “Como não é muito fácil cortar o palito de picolé para que fique na medida certa, acho mais fácil utilizar o palito inteiro e fazer as outras medidas de acordo”. Assim, seguindo este raciocínio, definiu-se a escala a ser utilizada.

Como o palito de picolé tinha 11,4 cm de comprimento e a altura real da mesa era de 65 cm, então a escala será a razão entre estas medidas, ou seja, 1:5,7. As outras medidas foram calculadas usando esta escala e estão no Quadro 4.

Quadro 4 – Relação entre as medidas reais da mesa retangular e suas respectivas medidas na maquete

	Medida real da mesa retangular	Medida na maquete
Altura h	65 cm	11,4 cm
Largura do tampo	40 cm	7 cm
Comprimento do tampo	60 cm	10,5 cm
Espessura do tampo	1,8 cm	0,3 cm

Fonte: Autora

O tampo do modelo foi confeccionado com papel paraná e posteriormente pintado na cor branca e sua espessura na cor vermelha. A estrutura também foi pintada na cor branca com as ponteiros em vermelho. Na Figura 25 tem-se o modelo da mesa de tampo retangular.

Figura 25 – Maquete da mesa de tampo retangular (Aluno D)



Fonte: Autora.

Nesta atividade o aluno responsável pela mesa de tampo “trapezoidal” não pde

participar e assim foram feitas as maquetes apenas dos tampos circular, octogonal e retangular.

Cabe colocar que os alunos gostaram muito da atividade, e ao serem questionados sobre a relação que perceberam entre a matemática e o modelo, um dos alunos respondeu “Tudo! E agora sei como usar e para que serve a tal da escala” (Aluno A). Além disso, foram acrescentados tópicos como números decimais, operações fundamentais da matemática, proporção, unidades de medida de comprimento e formas geométricas.

4.1.3 Atividade 3 – Quantidade de material a ser utilizado

Objetivos:

- Trabalhar a noção de área de figuras planas.
- Associar este conceito matemático (área) com a quantidade de material a ser utilizado na fabricação dos tampos.

Material

Folhas A4, lápis, borracha e calculadora.

Conceitos matemáticos envolvidos

- Área de figuras geométricas planas.
- Lei dos senos.
- Teorema de Pitágoras.
- Proporção direta.

Problema inicial

Calcular a quantidade de material utilizada na fabricação de cada tampo de mesa.

Desenvolvimento

Depois de analisados seu formato e dimensões, a etapa seguinte da fabricação de um móvel é a escolha do material com o qual será feito. Assim, indicou-se que os alunos pesquisassem um pouco sobre o material de que o tampo da mesa era feito e como este era encontrado no mercado. Com isso, concluiu-se que os tampos redondo e o conjunto “trapezoidal” e octogonal eram feitos de MDF (Medium-Density Fiberboard) e o tampo retangular de MDP (Medium Density Particleboard).

As dimensões das chapas de MDP e MDF, bem como suas espessuras, podem variar muito, mas as mais encontradas no mercado são $2,75m \times 1,83m$. Para os tampos de classe em estudo, todos foram fabricados utilizando-se chapas de 18 mm de espessura.

Na etapa seguinte, a proposta era calcular a quantidade de material utilizada na fabricação de cada tampo de mesa. De imediato, todos pensaram em calcular a área da forma geométrica associada ao tampo. As fórmulas utilizadas para o cálculo da área foram sendo lembradas, em sua maioria, pelos alunos, o que demonstra que estas já faziam parte do conhecimento deles.

Consideremos A_1 área do tampo circular, A_2 área do tampo octogonal, A_3 área do tampo “trapezoidal” e A_4 área do tampo retangular. Para o cálculo da área do círculo temos $r=40\text{ cm}$ e $A_1=\pi r^2$, logo

$$A_1=\pi(40)^2$$

$$A_1=\pi 1600$$

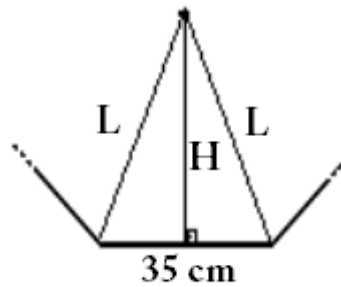
$$A_1=5024\text{ cm}^2.$$

Para o cálculo da área do octógono, observa-se que ele pode ser dividido em oito triângulos isósceles de base b medindo 35 cm (Figura 15). Traçando-se a altura H em relação a base de um dos triângulos (Figura 26), a área do triângulo (A_5) será dada por

$$A_5=\frac{b \cdot H}{2} \text{ e conseqüentemente a área do octógono será } A_2=8 A_5. \text{ Cabe destacar que no}$$

triângulo isósceles a altura relativa a base coincide com sua mediana e também com sua bissetriz.

Figura 26 – Triângulo isósceles que compõem o octógono



Fonte: Autora

Sabendo-se a medida da base b do triângulo e os respectivos ângulos internos (Figura 26), pode-se calcular a medida do lado L do triângulo utilizando a lei dos senos. Esta lei estabelece relações entre as medidas dos lados com os senos dos ângulos opostos aos lados e é válida para qualquer triângulo (GIOVANNI, 2012, p. 292). Assim,

$$\frac{35}{\text{sen } 45^\circ} = \frac{L}{\text{sen } 67,5^\circ}$$

$$\frac{35}{0,707} = \frac{L}{0,923}$$

$$0,707 L = 32,305$$

$$L = 45,7 \text{ cm}$$

Basta agora, encontrar a medida da altura H , pelo Teorema de Pitágoras⁵:

$$l^2 = H^2 + (17,5)^2$$

$$(45,7)^2 = H^2 + (17,5)^2$$

$$2088,49 = H^2 + 306,25$$

$$H^2 = 1782,24$$

$$H = 42,2 \text{ cm}$$

Assim,

5 A soma dos quadrados dos catetos é igual ao quadrado da hipotenusa.

$$A_5 = \frac{35 \cdot 42,2}{2}$$

$$A_5 = 738,5 \text{ cm}^2$$

e portanto,

$$A_2 = 8 \cdot 738,5$$

$$A_2 = 5908 \text{ cm}^2 .$$

A área do tampo “trapezoidal” apenas pode ser calculada aproximadamente, uma vez que a área do tampo é obviamente maior que a área do trapézio (A'_3) associado a ela. Sabe-se que a área do trapézio é dada por $A = \frac{(B+b) \cdot h}{2}$, onde B é a base maior, b é a base menor e h é a altura.

Conhece-se até então as medidas da base menor (35 cm) e da altura (32 cm). Para encontrar a medida da base maior, novamente pode-se fazer uso da proporcionalidade. Daí,

$$\frac{35}{9,3} = \frac{B}{16,7}$$

$$9,3B = 584,5$$

$$B = 62,8 \text{ cm} .$$

Temos então,

$$A'_3 = \frac{(62,8 + 35) \cdot 32}{2}$$

$$A'_3 = 1564,8 \text{ cm}^2 .$$

Cabe salientar que esta área é uma medida bastante imprecisa e sem dúvida, menor que a área do tampo considerado. Na tentativa de solucionar este problema, pensou-se na utilização do programa AutoCAD, que faz parte das disciplinas do Curso Técnico em Móveis e de qual os alunos já possuem algum conhecimento.

O AutoCAD, segundo Amariz, é uma ferramenta utilizada para o desenho de diversos produtos em inúmeras áreas, como a indústria automobilística, engenharia, construção civil, arquitetura, entre outros. CAD (computer aided design) pode ser traduzido como o uso do computador para fazer um desenho ou projeto.

O AutoCAD não é um programa gratuito, o que pode dificultar ou até impossibilitar seu uso nas escolas. Entretanto, existem vários programas CAD similares, que podem ser

baixados gratuitamente da internet.

Fazendo-se uso desta ferramenta conseguiu-se fazer o seu desenho e conseqüentemente o cálculo da área, que resultou em $A_3=1756,161\text{ cm}^2$. Como esperado, a área real do tampo “trapezoidal” é maior que a área do trapézio associado a ele para os cálculos feitos manualmente.

Ainda poderia ter se pensado em obter a área A''_3 do tampo “trapezoidal” utilizando-se um trapézio maior que o tampo, aproximando a área por excesso. Assim, utilizando proporcionalidade direta, e as medidas da foto impressa, consegue-se encontrar a altura h e a base maior B ainda desconhecidas.

$$\frac{35}{9,3} = \frac{B}{18,2}$$

$$9,3B = 637$$

$$B = \frac{637}{9,3}$$

$$B = 68,5\text{ cm} .$$

Da mesma forma, a altura do tampo é dada por

$$\frac{35}{9,3} = \frac{h}{10,2}$$

$$9,3h = 357$$

$$h = \frac{357}{9,3}$$

$$h = 38,4\text{ cm} .$$

Portanto, a área deste trapézio seria de

$$A''_3 = \frac{(68,5+35) \cdot 38,4}{2}$$

$$A''_3 = 1987,2\text{ cm}^2 .$$

Comparando-se as áreas A'_3 e A''_3 com a obtida pelo AutoCAD, tem-se que a primeira tem $191,361\text{ cm}^2$ a menos e a segunda excede em $231,039\text{ cm}^2$. Portanto, a área calculada pelos alunos aproximou-se mais da área real do tampo “trapezoidal”.

A área do tampo retangular (A_4) será dado pela fórmula $A_4 = b \cdot h$, em que b é a base do retângulo e h sua altura. Portanto,

$$A_4 = 40 \cdot 60$$

$$A_4 = 2400 \text{ cm}^2 .$$

Esta atividade, mais uma vez, não impôs muita dificuldade para os tampos circular e retangular. Entretanto, os outros dois tampos novamente tiveram uma atenção especial de todo grupo. As definições de lei dos senos e teorema de Pitágoras tiveram que ser lembradas e foi o ponto alto desta atividade, uma vez que foram fundamentais para encontrar algumas medidas desconhecidas e extremamente necessárias.

4.1.4 Atividade 4 – Plano de corte da chapa

Objetivos:

- Entender o conceito e a importância do plano de corte.
- Perceber a relação entre o plano de corte e a quantidade de material a ser utilizado.
- Otimizar o uso da chapa.

Material

Folhas A4, lápis, borracha e calculadora.

Conceitos matemáticos envolvidos

- Área de figuras geométricas planas.
- Porcentagem.

Problema inicial

Fazer o plano de corte para o tampo da mesa analisada.

Desenvolvimento

Calculadas as áreas de cada tampo de mesa, a atividade seguinte foi esquematizar o

plano de corte. Adotar-se-á para ambas as chapas as medidas $275\text{ cm} \times 183\text{ cm}$, que são as mais encontradas no mercado.

Como as chapas são retangulares, tem-se que as chapas de MDP e MDF tem área

$$A_6 = 183 \cdot 275$$

$$A_6 = 50325\text{ cm}^2.$$

Partindo da ideia inicial dos alunos, para saber quantos tampos de mesa iguais é possível fazer com cada chapa, pode-se fazer, a grosso modo, uma divisão da área da chapa pela área de cada tampo. Entretanto, fazendo isto, não se está analisando as sobras que se tem entre cada tampo e várias outras peculiaridades. Os resultados são apresentados no Quadro 5.

Quadro 5 – Cálculo utópico da quantidade de tampos possíveis por chapa

Tampo	Circular	Octogonal	“Trapezoidal”	Retangular
Área do tampo (cm^2)	5024	5098	1756,16	2400
Área da chapa (cm^2)	50325	50325	50325	50325
Quantidade utópica de tampos possíveis	10	9	28	20

Fonte: Autora.

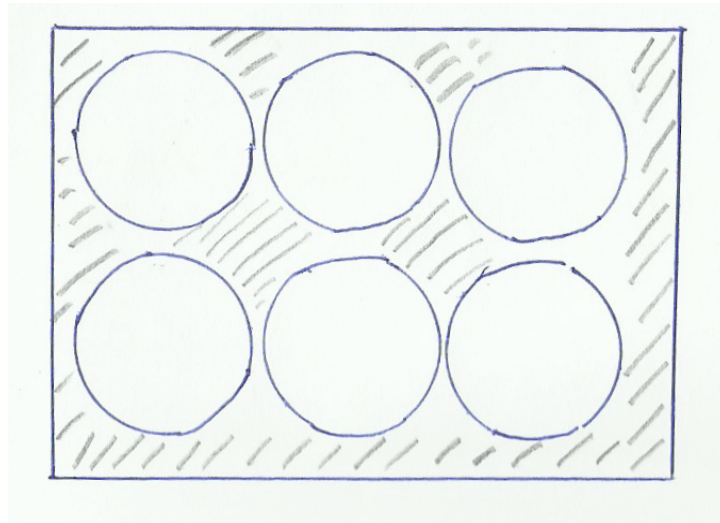
Para se ter um melhor aproveitamento do material e por conseguinte reduzir o desperdício de chapas torna-se necessário fazer um plano de corte. O plano de corte pode ser entendido como a disposição das peças a serem cortadas na chapa. Existem softwares que realizam este processo e que são utilizados principalmente em empresas de grande porte, uma vez que fazer o plano de corte manualmente pode ser um desperdício de tempo para uma produção em escala maior.

No caso desta atividade, cada aluno fez um plano de corte apenas do seu tampo de mesa. Em seguida comparou a quantidade de tampos encontrada por este método com a quantidade utópica do Quadro 5.

Para o tampo circular, com diâmetro de 80 cm consegue-se colocar 3 tampos no

comprimento e 2 na largura, totalizando 6 tampos por chapa (Figura 26). Percebe-se que há um grande desperdício de material, uma vez que temos sobras no comprimento, na largura, além dos espaços entre os círculos.

Figura 27 – Plano de corte do tampo circular (Aluno A)



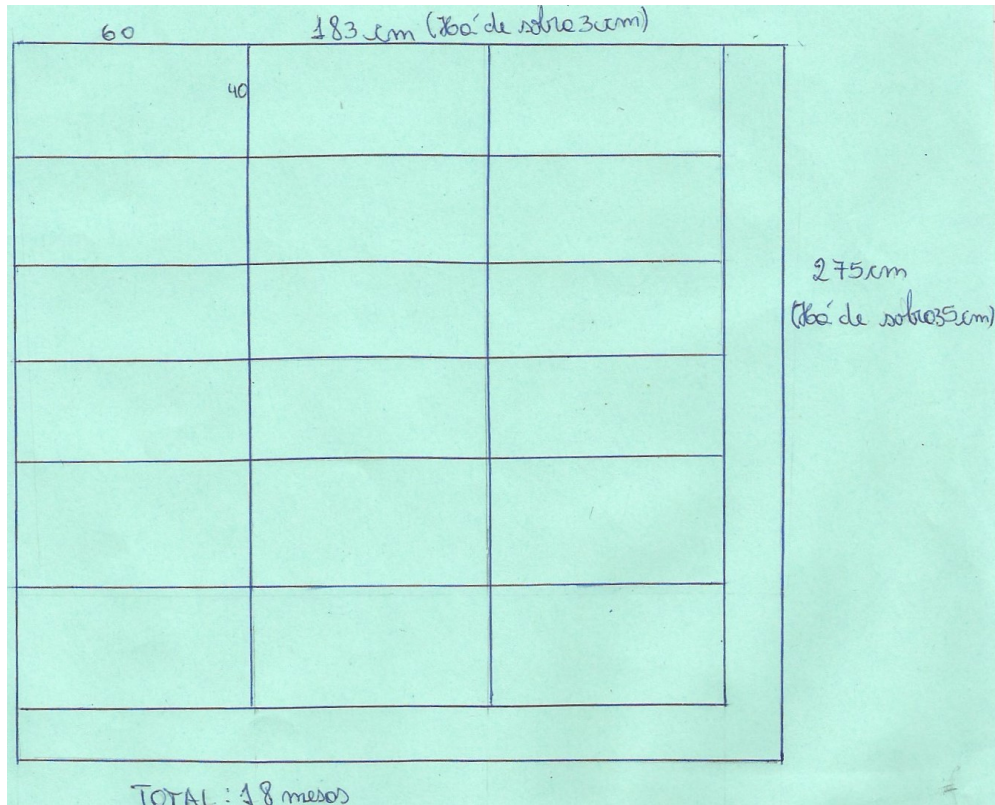
Fonte: Autora.

Falando-se em área, o desperdício totaliza 20181 cm^2 , o que corresponde a praticamente 40% da chapa. Além disso, como colocado na Tabela 1, com o que sobrou da chapa poderiam ser feitos mais 4 destes tampos, mas que não se torna viável para este tipo de tampo.

O plano de corte para o tampo retangular, assemelha-se a cobrir o chão de uma casa com lajotas quadradas ou retangulares. Entre elas é colocado um rejunte, separando-as, que pode ser associado ao espaço que deve ser deixado entre um tampo e outro, equivalente a espessura da ferramenta de corte.

A Figura 28, apresenta uma ideia de plano de corte para o tampo retangular, apenas com a ressalva de que faltam os espaços entre os tampos. Como este espaço é de aproximadamente 3 milímetros, a quantidade de tampos e a porcentagem de desperdício não serão alteradas.

Figura 28 – Plano de corte do tampo retangular (Aluno D).

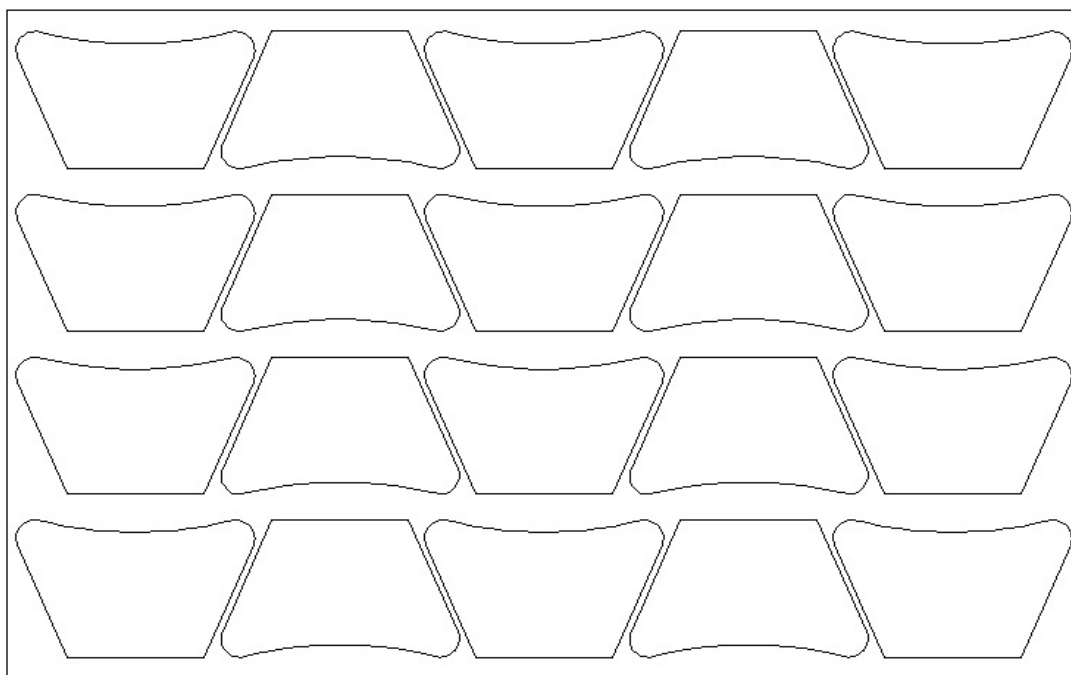


Fonte: Autora

Pela figura acima é possível perceber que podem ser feitos 18 tampos retangulares $60\text{ cm} \times 40\text{ cm}$ nesta chapa. A área utilizada da chapa perfaz 43200 cm^2 , havendo ainda 7125 cm^2 de sobras. Com esta sobra poderiam ser feitos mais 2 tampos retangulares, concluindo-se os 20 encontrados no Quadro 4.

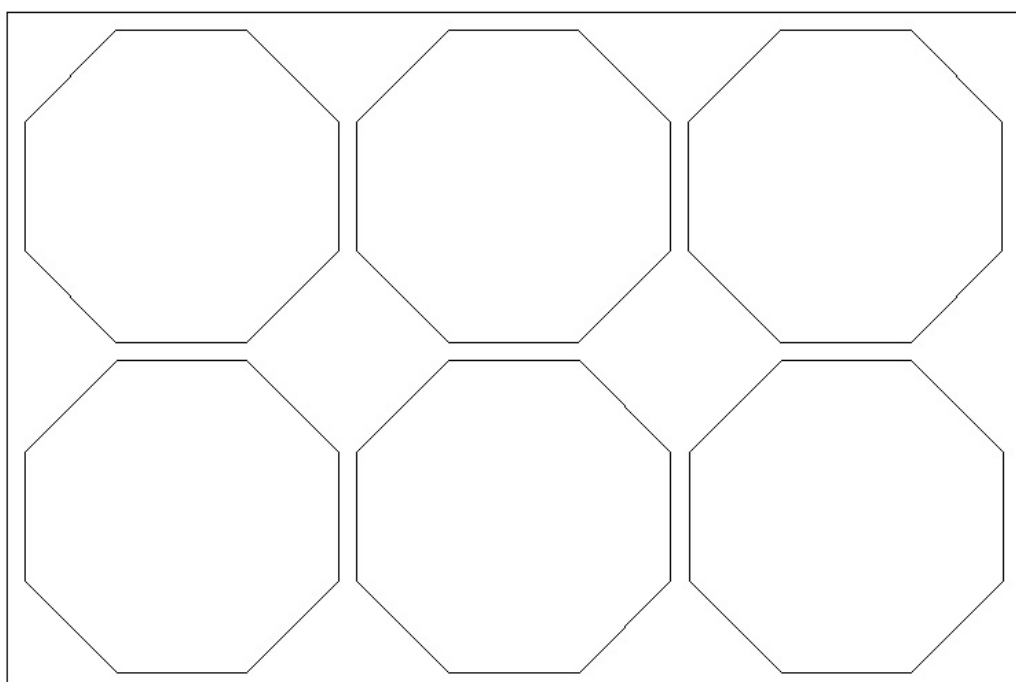
Os planos de corte para os tampos “trapezoidal” e octogonal foram criados no AutoCAD, como pode ser visto nas Figuras 29 e 30, respectivamente.

Figura 29 – Plano de corte do tampo “trapezoidal”



Fonte: Autora.

Figura 30 – Plano de corte do tampo octogonal



Fonte: Autora.

Pelo plano de corte do tampo “trapezoidal” verifica-se que é possível fazer 20 tampos com uma chapa. Isto significa que há uma perda de cerca de 30% da chapa. Já para o tampo octogonal percebe-se que podem ser feitos apenas 6 tampos, resultando em 39,22% de desperdício. No Quadro 6 estão sintetizados os dados colocados acima para facilitar a análise e comparação.

Quadro 6 – Comparação entre o desperdício de material dos quatro tampos

Tampo	Circular	Octogonal	“Trapezoidal”	Retangular
Área do tampo (cm^2)	5024	5098	1756,16	2400
Área da chapa (cm^2)	50325	50325	50325	50325
Quantidade real de tampos por chapa	6	6	20	18
Área da chapa utilizada (cm^2)	30144	30588	35123,1	43200
Porcentagem de desperdício de material	40,1%	39,22%	30,2%	14,15%

Fonte: Autora.

Analisando estes resultados, os alunos constataram que havia um alto desperdício de material e sugeriram que se fizesse um novo plano de corte utilizando a combinação de dois ou mais tampos. Esta atividade será abordada como proposta no capítulo seguinte.

4.1.5 Atividade 5 – Acabamento do tampo

Objetivos:

- Trabalhar a noção de perímetro de figuras planas.
- Associar estes conceitos matemáticos (perímetro) com a quantidade de material a ser utilizado no acabamento dos tampos (fita de borda).

Material

Folhas A4, lápis, borracha e calculadora.

Conceitos matemáticos envolvidos

- Perímetro de figuras geométricas planas.
- Proporção.

Problema inicial

Calcular a quantidade de fita de borda utilizada em cada tampo de mesa.

Desenvolvimento

Nesta atividade, os alunos foram orientados a entender o cálculo da quantidade de material necessário para o acabamento do tampo, mais precisamente a fita de borda. As fitas de borda mais encontradas no mercado são feitas em PVC, de diversas larguras e espessuras e rolos de vários comprimentos.

O objetivo da atividade consistia em compreender que para encontrar a quantidade de fita de borda necessária para o acabamento, era preciso fazer o cálculo da medida do perímetro do tampo. Todos os alunos perceberam o fato rapidamente e um deles acrescentou: “Estamos falando do ‘contorno’ da mesa, e isto é perímetro” (Aluno D).

Dos tampos pesquisados apenas o tampo retangular, de MDP, tinha como acabamento fita de borda. Os outros tampos, feitos em MDF, apenas eram envernizados em sua espessura. Isto pode ser explicado pelo fato de a chapa de MDF ser feita de fibras de madeira e consequentemente ter um acabamento mais uniforme e liso.

Como é de senso comum, o perímetro de um retângulo é dado pela equação $P=2l+2c$, em que P é o perímetro, c é o comprimento e l a largura. Assim, para o tampo retangular seriam necessários 200 cm de fita de borda, já que

$$P=2 \cdot 40+2 \cdot 60$$

$$P=80+120$$

$$P=200 \text{ cm} .$$

Apesar de os outros tampos não apresentarem fita de borda, um dos alunos sugeriu “E se fizéssemos ter? [...] Aí já aproveitamos para relembrar o perímetro de outras formas geométricas, até porque o perímetro do retângulo só não é mais fácil que o do quadrado”. Todos concordaram e juntos fizeram o cálculo do perímetro dos tampos octogonal, circular e “trapezoidal”.

Para o tampo octogonal o cálculo era bem simples, uma vez que são oito lados e todos de mesma medida. Assim, considerando P_2 o perímetro do octógono e sabendo que o lado x tem comprimento 35 cm, então

$$P_2=8 \cdot 35$$

$$P_2=280 \text{ cm} .$$

O cálculo do perímetro do tampo circular necessitou a pesquisa da fórmula na internet, já que fugia da definição de perímetro associada por eles “Soma de todos os lados da figura”. Como o círculo não apresentava lados, não lembravam como proceder. Enquanto isso um dos alunos brincou que se ele tivesse um barbante ele saberia dizer aproximadamente a medida procurada.

A fórmula encontrada foi $C=2\pi r$, em que r era o raio do círculo e C indicava o comprimento do círculo. Assim, com o raio do tampo sendo $r=40 \text{ cm}$, e adotando $\pi=3,14$, o comprimento da fita de borda necessária para este tampo seria

$$C=2\pi r$$

$$C=2 \cdot 3,14 \cdot 40$$

$$C=251,2 \text{ cm} .$$

O tampo que novamente foi deixado por último, foi o tampo “trapezoidal”, provavelmente pelo seu grau de dificuldade. Como era uma figura irregular, precisavam encontrar uma maneira de medir o perímetro, diferente é claro de apenas somar os lados. Aproveitaram então a ideia que o aluno deu para o cálculo do comprimento do círculo que era utilizar um barbante.

Como tinha-se a foto do tampo impressa, a ideia era pegar o barbante, contornar o tampo e utilizando proporção direta encontrar o perímetro. Assim, a medida necessária de barbante foi 46 cm e de dados anteriores têm-se que 9,3 cm representam os 35 cm da base

menor do tampo, então, considerando P_3 o perímetro do trapézio, segue

$$\frac{35}{9,3} = \frac{P_3}{46}$$

$$P_3 \cdot 9,3 = 35 \cdot 46$$

$$P_3 \cdot 9,3 = 1610$$

$$P_3 = \frac{1610}{9,3}$$

$$P_3 = 173,11 \text{ cm} .$$

Para comprovar a veracidade pensou-se em utilizar o AutoCAD e como perímetro deste tampo obteve-se 172,55 cm. Assim, com apenas meio centímetro de diferença conseguiu-se uma aproximação muito boa da quantidade de fita de borda a ser utilizada, mesmo que manualmente.

Durante a realização das atividades os alunos me surpreendiam com seu encantamento em perceber tanta matemática envolvida em um exemplo tão simples do dia a dia deles, como também com a maneira criativa que solucionavam os problemas que iam surgindo.

5. PROPOSTAS DIDÁTICAS

Neste capítulo são colocadas e discutidas mais propostas de atividades sobre mobiliário escolar. Muitas delas foram surgindo no transcorrer das atividades aplicadas e sugeridas pelos próprios alunos.

5.1 PROPOSTA DE ATIVIDADE 1 – CUSTO DO TAMPO DO MÓVEL

Objetivos:

- Entender como é calculado o preço final de um móvel.
- Perceber que o modelo encontrado para o custo pode ser descrito por uma função.

Material

Folhas, lápis, borracha e calculadora.

Conceitos matemáticos envolvidos

- Área e perímetro de figuras geométricas planas.
- Razão e proporção.
- Funções.

Problema inicial

Encontrar um modelo para o custo do tampo da mesa que cada aluno analisou.

Descrição da atividade

Nas atividades anteriores cada aluno já realizou a identificação do material utilizado na fabricação do tampo da mesa, bem como a quantidade necessária para a fabricação de uma unidade. Nesta atividade, o aluno precisará:

- coletar informações e dados sobre o preço de venda destes materiais no mercado;
- fazer uma pesquisa de campo sobre o cálculo do preço final de um móvel;
- fazer um modelo para o custo do seu tampo de mesa.

Solução da atividade

Os alunos deverão encontrar um modelo que descreva o custo de cada tampo de mesa analisado durante a pesquisa. Para isso deverão ter coletado dados sobre o preço de compra no mercado dos materiais (chapas de MDF e MDP, fitas de borda entre outros) e pesquisado sobre o cálculo do preço final de um móvel.

Em seguida está descrita uma proposta de solução generalizada para o custo de qualquer um dos tampos de mesa: retangular, circular, “trapezoidal” e octogonal. Assim, para obter o modelo para um tampo específico basta substituir as variáveis já conhecidas na função geral. A fim de exemplo, para um dos tampos será feita esta substituição, obtendo-se um modelo particular.

Para o cálculo do custo final do tampo, este será dividido em custo da chapa para uma unidade, custo da fita de borda para uma unidade e custos adicionais. Considera-se como custos adicionais a mão de obra, a depreciação do maquinário, energia elétrica, entre outros. Estes custos adicionais não serão calculados especificamente, pois dependem muito do porte da empresa e da quantidade de peças que são fabricadas.

Considere:

A: área do tampo da mesa;

B: área da chapa;

P : perímetro do tampo da mesa;

n: quantidade máxima de tampos por chapa;

C_T : custo total do tampo;

C_C : custo da chapa para uma unidade;

C'_f : custo parcial da fita de borda para uma unidade;

C_f : custo total da fita de borda para uma unidade;

P_{PC} : percentual de perda da chapa;

P_{PF} : perda de fita de borda;

l : quantidade de lados do polígono (tampo de mesa);

k : medida da sobra da fita de borda;

P_{CC} : preço de compra da chapa;

P_{CF} : preço de compra da fita de borda;

T : medida do comprimento do rolo de fita de borda;

Q : quantidade de cola;

P_Q : preço de compra da cola por grama;

C_A : custos adicionais.

Na atividade 4, os alunos fizeram o plano de corte para os tampos e ficou evidente que para encontrar o número máximo de tampos (n) que é possível se fazer com uma chapa, não basta dividir a área da chapa (B) pela área do tampo (A). Quando se faz esta divisão direta deixa-se de levar em conta os espaços entre os tampos e também as sobras nas laterais da chapa que são menores que a medida necessária para o tampo. Entretanto, quando somadas estas sobras podem resultar na medida da área do tampo, configurando a possibilidade de se fazer mais um tampo.

Assim, percebe-se que existe um percentual de perda (P_{PC}) em cada chapa, que varia conforme o formato do tampo a ser fabricado. O percentual da área da chapa realmente utilizada é dada pelo quociente entre a área de todos os tampos e a área da chapa. Assim, o percentual de perda da chapa pode ser calculado por

$$P_{PC} = 1 - \frac{A \cdot n}{B} \quad (1)$$

O passo seguinte é encontrar o custo da chapa (C_C) para uma unidade do tampo da mesa. Esse custo depende do preço de compra da chapa (P_{CC}), das áreas da chapa e do tampo e do percentual de perda da chapa (P_{PC}). Logo:

$$C_C = \frac{P_{CC}}{B} \cdot \left[A + \frac{B}{n} P_{PC} \right] \quad (2)$$

Fazendo-se a substituição de (1) em (2) temos

$$C_C = \frac{P_{CC}}{B} \cdot \left[A + \frac{B}{n} \left(1 - \frac{An}{B} \right) \right]$$

$$C_C = \frac{P_{CC}}{B} \cdot \left[A + \frac{B}{n} - A \right]$$

$$C_C = \frac{P_{CC}}{B} \cdot \left[\frac{B}{n} \right]$$

$$C_C = \frac{P_{CC}}{n} \quad (3)$$

Esta fórmula (3) traduz matematicamente e de forma direta o cálculo do custo da chapa para um tampo. Entretanto, é interessante notar que vários fatores foram analisados para a construção desta ideia, baseada na experiência com fabricação de móveis.

Para entender o cálculo do custo da fita de borda faz-se necessário conhecer o processo de aplicação da fita no tampo. Ela é colada nas laterais de cada tampo, o que pode ser feito manualmente ou por uma máquina específica.

A fita é vendida em rolos de vários comprimentos e larguras e após sua colagem em cada lado do tampo corta-se as sobras. Têm-se uma sobra (k) no início e no final de cada lado a ser colado.

Assim, por exemplo, para o tampo retangular, que tem quatro lados (representados por um segmento de reta) tem-se oito sobras (k) que serão cortadas e descartadas. A medida k que é descartada depende da velocidade de aplicação e/ou regulagem da máquina, bem como do tipo de fita de borda utilizada.

Com isso, na aplicação da fita de borda, também tem-se uma perda (P_{PF}), que dependerá da quantidade de lados do polígono que representa o formato do tampo da mesa e da medida da fita (k) que será descartada. Esta perda pode ser dada pela função

$$P_{PF} = l \cdot 2 \cdot k \quad (4)$$

Cabe colocar que para o tampo circular tem-se apenas a sobra inicial e final e portanto a perda será dada por $P_{PF} = 2 \cdot k$. Da mesma forma, para o tampo “trapezoidal”, que não tem todas as características de um polígono, há apenas quatro sobras, que são verificadas nos dois cantos retos do tampo, logo $P_{PF} = 4 \cdot k$

Falta ainda encontrar a fórmula para o custo da fita de borda para uma unidade. Como já colocado, a fita é vendida em rolos de diversos comprimentos (T). Logo, fazendo $\frac{P_{CF}}{T}$ temos o preço unitário da unidade de medida.

As sobras são consideradas como se tivessem sido utilizadas e portanto têm-se como quantidade de fita consumida a soma do perímetro com as sobras. Assim, o custo será o

produto da quantidade utilizada pelo preço unitário, ou seja

$$C'_f = (P + P_{PF}) \cdot \frac{P_{CF}}{T} \quad (5)$$

Além disso, pode-se incluir no custo da fita de borda, o custo da cola utilizada no processo. Assim,

$$C_f = (P + P_{PF}) \cdot \frac{P_{CF}}{T} + Q \cdot P_Q \quad (6)$$

Calculados todos os custos, é possível escrever a fórmula do custo total para um tampo de mesa. Temos então

$$C_T = C_C + C_f + C_A \quad (7)$$

Para facilitar a visualização de todos os cálculos feitos, criou-se uma planilha no software Calc (Figura 31). Nesta planilha as células amarelas representam as variáveis que podem ser substituídas, dependendo do tampo que está sendo analisado.

Figura 31 – Planilha do Calc para calcular o custo total do tampo

Informações de projeto (metros)		Informações de custo		Cálculos	
Área do tampo		Preço chapa		Percentual de perda	
Área da chapa		Preço rolo fita de borda		Custo chapa/unidade	
Perímetro do tampo		Preço da cola/grama		Perda de fita de borda (m)	
Quant. máxima tampo/chapa		Custos variados/peça		Custo fita de borda/unidade	
Quant. lados polígono				Custo da cola	
Sobra da fita de borda					
Medida do rolo da fita				Custo total	
Quantidade de cola por m ²					

Fonte: Autora.

Em particular para o tampo específico da mesa retangular analisada pelos alunos, pode-se criar um modelo no qual não se tem o preço definido dos materiais. Este modelo será uma função que relaciona o custo do tampo com o preço da matéria-prima.

Elencando-se dados já conhecidos e calculados nas atividades anteriores temos:

- área da chapa (B): 5,0325 m²
- área do tampo (A): 0,24 m²
- quantidade máxima de tampos por chapa (n): 18
- perímetro do tampo (P): 2 m

– número de lados (l): 4

Utilizando a fórmula (1) obtemos o percentual de perda da chapa, ou seja

$$P_{PC} = 1 - \frac{A \cdot n}{B}$$

$$P_{PC} = 1 - \frac{0,24 \cdot 18}{5,0325}$$

$$P_{PC} = 1 - \frac{4,32}{5,0325}$$

$$P_{PC} = 1 - 0,8584$$

$$P_{PC} = 0,1415$$

Substituindo os dados em (2) temos o custo da chapa para uma unidade em função do preço da chapa. Assim,

$$C_C = \frac{P_{CC}}{B} \left[A + \frac{B}{n} P_{PC} \right]$$

$$C_C = \frac{P_{CC}}{B} \left[0,24 + \frac{5,0325}{18} \cdot 0,1415 \right]$$

$$C_C = \frac{P_{CC}}{5,0325} \cdot (0,27956)$$

$$C_C = P_{CC} \cdot 0,05555 \quad .$$

Para encontrar o preço total falta calcular o custo da fita de borda, uma vez que os custos adicionais serão um valor fixo, mas desconhecido até o momento. Portanto, usando (4) e admitindo que cada sobra seja de 1,5 cm, segue

$$P_{PF} = l \cdot 2 \cdot k$$

$$P_{PF} = 4 \cdot 2 \cdot 0,015$$

$$P_{PF} = 0,12 \text{ m} \quad .$$

Substituindo em (5) e considerando que o rolo de fita de borda tenha 30 m de comprimento, segue que

$$C_f = (P + P_{PF}) \cdot \frac{P_{CF}}{T}$$

$$C_f = (2 + 0,12) \cdot \frac{P_{CF}}{30}$$

$$C_f = (2,12) \cdot \frac{P_{CF}}{30}$$

$$C_f = 0,0706 \cdot P_{CF} \quad . \quad (8)$$

O passo seguinte é o processo de colagem da fita de borda. A cola é aplicada na lateral do tampo e na fita de borda e segundo o fabricante de uma marca X seu rendimento é de 300g/m², incluindo as duas superfícies. Como o tampo da mesa tem 18 mm de espessura, pode-se calcular a área (H) de aplicação da cola, assim

$$H = (1,8 \cdot 60 \cdot 2) + (1,8 \cdot 40 \cdot 2)$$

$$H = (216) + (144)$$

$$H = 360 \text{ cm}^2 = 0,036 \text{ m}^2$$

Com base nas informações acima e usando proporcionalidade, tem-se que a quantidade de cola a ser usada em um tampo pode ser dada por

$$\frac{300 \text{ g}}{1 \text{ m}^2} = \frac{x}{0,036 \text{ m}^2}$$

$$x = 10,8 \text{ g} \quad (9)$$

Assim, substituindo (8) e (9) em (6) tem-se o custo total para a fita de borda:

$$C_f = (P + P_{PF}) \cdot \frac{P_{CF}}{T} + Q \cdot P_Q$$

$$C_f = 0,0706 P_{CF} + 10,8 \cdot P_Q \quad .$$

Portanto, o custo total para o tampo de mesa retangular em função do preço dos materiais pode ser descrito pela função $C_T = P_{CC} \cdot 0,05555 + 0,0706 P_{CF} + 10,8 P_Q + C_A$.

A título de exemplo, na Figura 32, tem-se o modelo da planilha para o tampo retangular, porém preenchido com dados fictícios para as informações de custo.

Figura 32 – Planilha do Calc com os dados para o tampo retangular.

Informações de projeto (metros)		Informações de custo		Cálculos	
Área do tampo	0,24	Preço chapa	R\$ 300,00	Percentual de perda	14,16%
Área da chapa	5,0325	Preço rolo fita de borda	R\$ 100,00	Custo chapa/unidade	R\$ 16,67
Perímetro do tampo	2	Preço da cola/grama	R\$ 0,50	Perda de fita de borda (m)	0,12
Quant. máxima tampo/chapa	18	Custos variados/peça	R\$ 30,00	Custo fita de borda/unidade	R\$ 7,07
Quant. lados polígono	4			Custo da cola	R\$ 5,40
Sobra da fita de borda	0,015				
Medida do rolo da fita	30			Custo total	R\$ 59,13
Quantidade de cola por m ²	10,8				

Fonte: Autora.

Para validar o modelo basta saber e substituir os preços da chapa, da fita de borda e da cola e o valor fixo dos custos adicionais. Têm-se assim, um modelo para calcular o custo total do tampo da mesa retangular, que atende as características de previsão descritas por Bassanezi e, portanto, pode ser considerado um bom modelo.

Considerações sobre a atividade para o docente

Esta atividade tem por objetivo principal encontrar um modelo para o custo do tampo da mesa que cada aluno analisou. Por mais que aqui, neste momento, o interesse maior está em calcular o custo para a quantidade de material utilizado para o tampo, é de suma importância esclarecer que os custos envolvidos na fabricação de um móvel não passam apenas pelo custo do material. Outros fatores influenciam no seu preço final, tais como: mão de obra, energia elétrica, desgaste natural do maquinário e o lucro.

Além disso, no orçamento de um móvel geralmente são incluídas também as sobras de alguns materiais, principalmente pedaços de chapas de MDF e fitas de borda. Isto justifica-se, pois estes materiais não podem ser facilmente reaproveitados para outro móvel, uma vez que existem muitos tipos de texturas, e dificilmente outro cliente irá escolher alguma textura que possua sobras reutilizáveis no estoque.

Assim, no orçamento é considerado que toda chapa foi aproveitada, o que acaba muitas vezes encarecendo o valor final do móvel. Espera-se que informações como estas, os alunos consigam obter ao fazer a pesquisa de campo com um profissional da área de fabricação de móveis.

Também cabe colocar que os preços dos materiais variam bastante de região para região e dependem muito da quantidade que será comprada. Sugere-se que para fazer a etapa da validação do modelo encontrado, os alunos definam como padrão o preço que apareceu com maior frequência nas pesquisas.

5.2 PROPOSTA DE ATIVIDADE 2 – PLANO DE CORTE COM MAIS DE UM FORMATO DE TAMPO

Objetivos:

- Diminuir o desperdício de material e consequentemente o custo do tampo.
- Manipular formas geométricas e entender suas propriedades.

Material

Papel cartão, folhas, lápis, borracha, calculadora e régua.

Conceitos matemáticos envolvidos

- Área de figuras geométricas planas.
- Porcentagem.
- Otimização.

Problema inicial

Fazer um plano de corte, que reduza ao máximo o desperdício de material, utilizando dois ou mais dos tampos analisados.

Descrição da atividade

Esta atividade tem por finalidade discutir um “problema” que surgiu durante a realização do plano de corte para os tampos. Os alunos apontaram, que utilizar apenas 60% da chapa em dois dos casos era um desperdício de material muito grande e sugeriram que se fizesse um novo plano de corte utilizando dois ou mais formatos de tampo.

Foi destacado, que as áreas dos tampos variam muito de um formato para outro, não apenas pelo formato, mas pelas medidas e uso de cada um. Como já foi colocado, enquanto o

tampo octogonal e o circular são de uso coletivo, o retangular e “trapezoidal” são mesas individuais, o que acarreta certa diferença na área de cada um. Este plano de corte deverá ser feito fixando-se as mesmas medidas dos tampos utilizadas até aqui.

Solução da atividade

Esta atividade, como já colocado, surgiu da percepção dos alunos quanto ao grande desperdício de material usando um único modelo de tampo. Assim, utilizando-se dois ou mais tipos de tampos pesquisados, tentou-se fazer um novo plano de corte.

Os diferentes formatos de tampos e chapa podem ser confeccionados em papel cartão (ou outro papel de maior gramatura). É necessário que se faça vários moldes destes tampos para conseguir organizá-los na chapa.

Sugere-se ainda que todas as peças sejam reduzidas na mesma proporção, principalmente para melhor manuseio destas e facilitar sua organização na chapa. Esta organização das peças na chapa traduz de forma prática o que é um plano de corte.

Cabe colocar também que deve ser deixado um espaço entre um tampo e outro, equivalente a espessura da ferramenta de corte. Este cuidado deve ser tomado para que um dos tampos não fique com dimensões menores que o planejado.

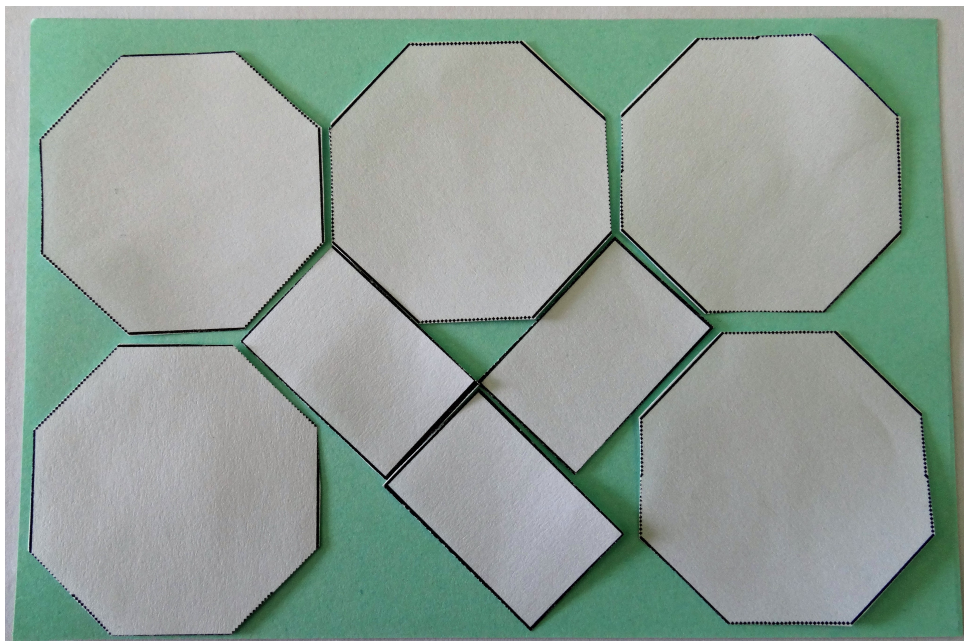
Como os tampos têm áreas muito diferentes, o interessante desta atividade não é fazer o maior número de peças por chapa, mas aproveitá-la da melhor maneira possível. Pode-se dizer também, ter o mínimo de desperdício de material e conseqüentemente menor custo.

Os novos planos de corte foram feitos usando-se inicialmente a combinação de todos os formatos de tampos dois a dois. Após combinou-se os tampos três a três e, por fim, misturou-se os quatro tampos em diferentes quantidades.

Algumas das combinações feitas podem ser vistas na sequência de imagens (Figura 33, Figura 34, Figura 35 e Figura 36). A chapa de MDF está representada pela cor verde, com o objetivo de facilitar a visualização da área que está sendo desperdiçada, em cada modelo.

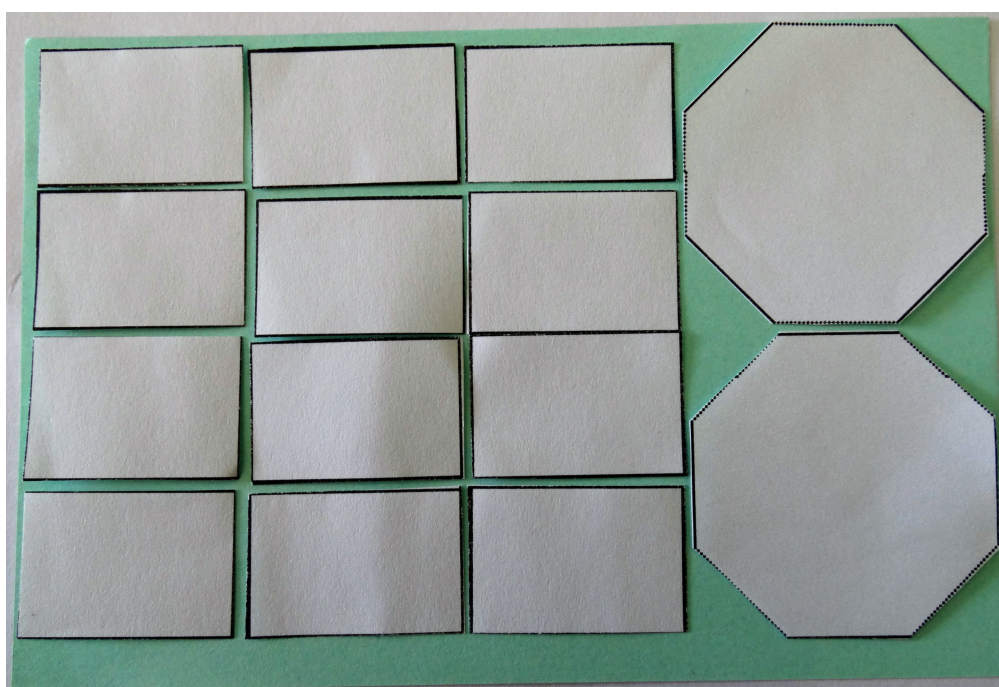
No plano de corte da Figura 31, utilizou-se 5 tampos octogonais e 3 tampos retangulares. Levando-se em conta as áreas de cada tampo, já calculadas (Quadro 5), para este modelo a quantidade de MDF que será usada é de 32690 cm^2 , o que corresponde aproximadamente a 65% da chapa.

Figura 33 – Plano de corte com dois formatos de tampo: octogonal e retangular



Fonte: Autora.

Figura 34 – Plano de corte com dois formatos de tampo: octogonal e retangular



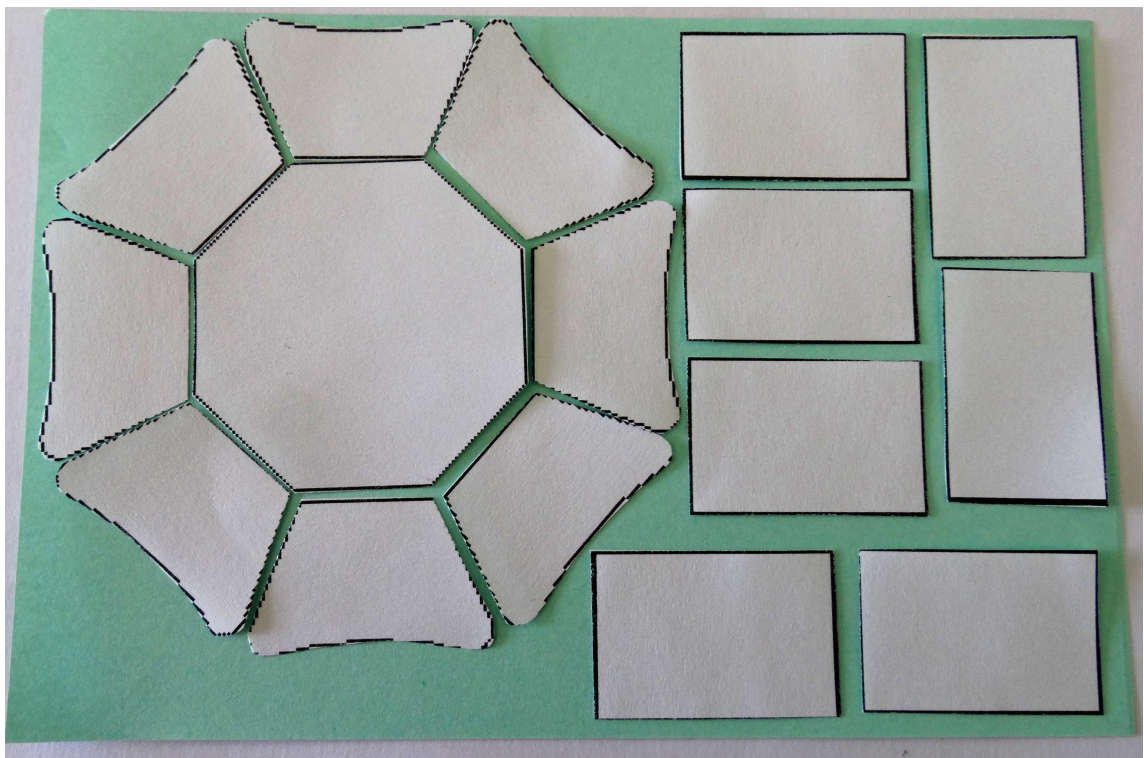
Fonte: Autora.

O plano de corte, visualizado na Figura 34, foi feito manipulando-se os mesmos formatos de tampo da combinação anterior, porém cada um em quantidades diferentes. Assim, conseguiu-se utilizar 38996 cm^2 e aproveitou-se 77,5% da chapa. Com isso, encontrou-se um plano de corte que possibilita fazer estes dois tipos de tampos, com 22,5% de desperdício de material e que, portanto, se configura mais vantajoso que utilizar apenas tampos octogonais, por exemplo.

Além desses dois exemplos de combinações de dois tipos de tampo, muitos outros foram realizados, mas nenhum resultou em melhor aproveitamento que o da Figura 34. Como exemplo de plano de corte com três diferentes tampos, tem-se o colocado na Figura 35.

Neste plano de corte configuram um tampo octogonal, oito tampos “trapezoidais” e sete tampos retangulares, o que resulta em $35947,28 \text{ cm}^2$ de área ocupada. Falando-se em percentual, tem-se um aproveitamento de cerca de 71,5%, que dentre as combinações feitas com três tampos diferentes foi a mais vantajosa.

Figura 35 – Plano de corte com três tipos de tampo: octogonal, retangular e “trapezoidal”

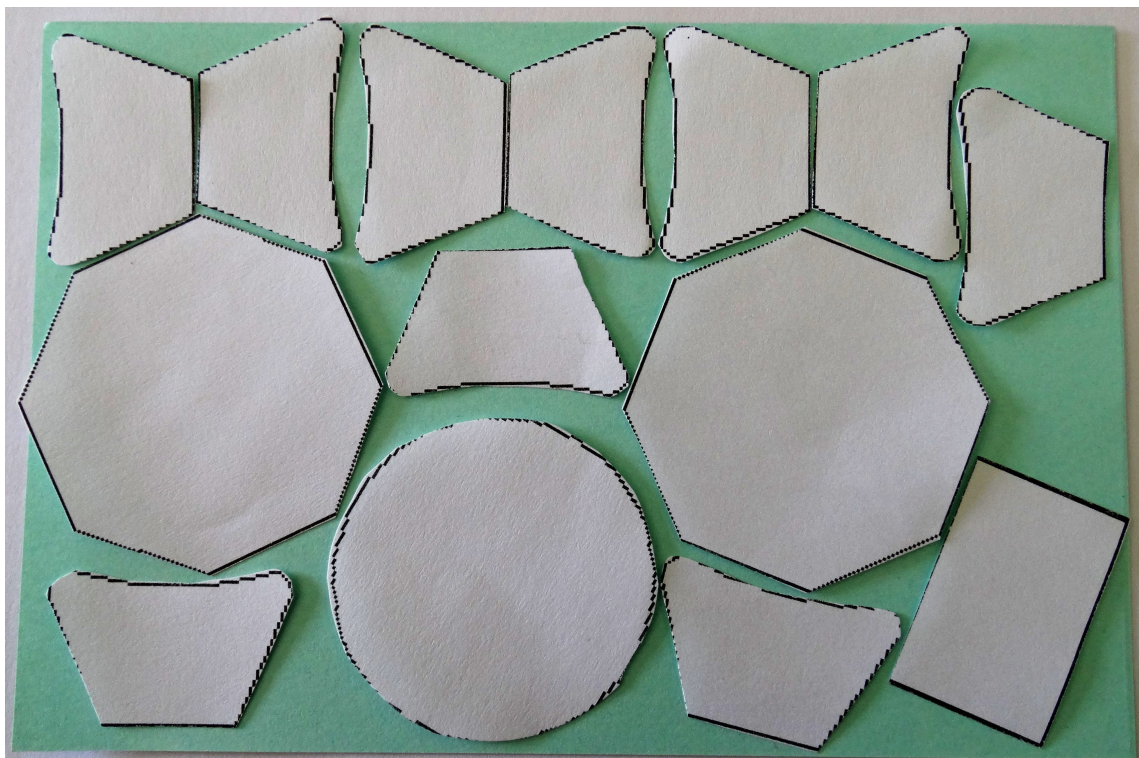


Fonte: Autora.

Já utilizando-se os quatro formatos de tampo em um mesmo plano de corte, como exemplo, tem-se o representado na Figura 36. Os 14 tampos colocados na chapa representam uma área de $35181,6 \text{ cm}^2$, ou seja, aproximadamente 70% da chapa.

Cabe colocar, que apenas citou-se alguns modelos de plano de corte, a título de exemplo. No entanto, foram realizadas muitas outras combinações que resultaram em maior desperdício de material.

Figura 36 – Plano de corte com os quatro tipos de tampo: octogonal, retangular, “trapezoidal” e circular



Fonte: Autora.

Assim, apesar de inúmeras combinações de tampos feitas não se encontrou um plano de corte mais “eficiente” que o do tampo retangular. Curiosamente, o tampo “trapezoidal”, que em todas as atividades foi o mais temido e trabalhoso, apresenta o menor desperdício de chapa, depois do clássico tampo retangular. Parece que esta pode ser uma resposta para a indagação de um dos alunos durante a atividade 4 “Por que será que alguém teve a magnífica ideia de fazer um tampo tão estranho, cheio de voltas e difícil de trabalhar? (Aluno C)”.

Além dos mais, o tampo trapezoidal se fez presente em muitas das combinações de tampos que resultaram em economia de material, quando comparados com o plano de corte com um único tipo de tampo de uso coletivo. Justifica-se isso pelo seu formato e também por ter a menor área de todos eles, sendo facilmente encaixado onde nenhum outro tampo poderia ser colocado.

Não se pode descartar a possibilidade de existir combinações que tenham um menor desperdício, mas que não foram realizadas pela autora. Mesmo assim, com os exemplos colocados, já foi possível perceber que, dependendo de quantos tampos de cada formato se deseja fazer existem planos de corte que podem reduzir consideravelmente a quantidade de material desperdiçado.

Considerações sobre a atividade para o docente

Este plano de corte pode ser feito também no AutoCAD, mas como nem todas as turmas com as quais se pode realizar esta atividade sabem utilizar este programa ou tem acesso a ele, sugere-se uma maneira de abordagem mais simples, como a utilizada na resolução desta atividade. Os modelos de tampo estão disponíveis no Anexo C.

A partir desta atividade, o professor pode trabalhar além da proporção, propriedades e área de formas geométricas, também algumas transformações no plano, tais como rotação e translação. Além disso, pode-se explorar a diferença entre figuras congruentes e figuras semelhantes.

Sugere-se também, para o professor a realização de mais uma atividade, voltada agora a encontrar as medidas dos tampos que minimizem o desperdício de material. Apenas se deve ter o cuidado de não ultrapassar as medidas mínimas colocadas na NBR, que podem ser vistas no anexo A.

5.3 PROPOSTA DE ATIVIDADE 3 – PESQUISA COM OS ALUNOS SOBRE O MOBILIÁRIO ESCOLAR UTILIZADO POR ELES

Objetivos:

- Analisar a opinião da turma em relação a alguns aspectos do mobiliário escolar utilizado por eles em sala de aula.

- Trabalhar as noções básicas de estatística (média, moda e mediana) e representação gráfica dos resultados da pesquisa.

Material

Questionário, Folhas A4, lápis, borracha, calculadora e software para criação de gráficos.

Conceitos matemáticos envolvidos

- Noções básicas de estatística: média aritmética, moda e mediana.
- Criação de gráficos.

Problema inicial

Levantar dados relacionados a opinião da turma sobre o mobiliário escolar e analisá-los usando as noções básicas de estatística.

Descrição da atividade

Durante a realização da sequência didática muito se discutiu sobre as mesas e cadeiras escolares utilizadas por eles em sala de aula, estendendo o tema inicial de mobiliário infantil para o tema mobiliário escolar. Isto é um exemplo concreto de que é imprescindível levar em conta o ambiente social e cultural em que os alunos vivem.

Foram elencados vários aspectos positivos e também negativos em relação a ergonomia, acabamento e resistência das mesas e cadeiras. Assim, surgiu a ideia de que seria interessante saber as opiniões dos colegas acerca deste tema, o que poderia ser viável através da aplicação de um questionário.

Mais uma vez, esta proposta de atividade é resultado das discussões e inquietações trazidas pelos alunos participantes. No Anexo C tem-se um modelo de questionário, que pode ser aplicado pelo professor.

Neste questionário, as perguntas buscam dados específicos sobre cada aluno, tais como peso, altura, idade e sexo. O outro bloco de perguntas refere-se ao mobiliário escolar e requer informações sobre conforto, ergonomia e medidas.

Assim, esta atividade consiste em aplicar o questionário (ou outro semelhante) e analisar os dados utilizando-se tabelas e gráficos e também baseando-se em noções básicas de estatística, tais como média aritmética, moda e mediana. Deixa-se a critério do professor e dos alunos, a associação dos dados com o cálculo ou gráficos que considerarem mais pertinentes.

Solução da atividade

Esta atividade tem soluções muito particulares e que dependem exclusivamente dos dados levantados a partir da análise dos questionários.

Considerações sobre a atividade para o docente

Pode parecer estranho ou até desnecessário constar no questionário o peso e altura de cada aluno. Entretanto, estas duas variáveis poderiam influenciar e/ou explicar outras respostas, tais como medidas, ergonomia e resistência das classes e cadeiras.

Para análise do peso e da altura sugere-se que seja feita a classificação em grupos conforme faixa de peso ou altura. Uma vez que por si só, estas informações não são relevantes, apenas quando associadas a outros pontos do questionário.

Nesta análise a criação de gráficos contribui positivamente. Ora como meio de facilitar a leitura dos dados e trazendo a informação de forma mais direta, ora fazendo relações entre as informações obtidas com o questionário.

5.4 PROPOSTA DE ATIVIDADE 4 – ANÁLISE DAS CLASSES SEGUNDO OS CRITÉRIOS DA NBR

Objetivos:

- Conhecer as normas de fabricação de móveis escolares.
- Verificar se as dimensões das mesas se enquadram nas normas dimensionais da NBR

14006.

Material

Folha A4, lápis, borracha, tabela dimensional e referências gráficas previstas na NBR 14006 (Anexo A).

Conceitos matemáticos envolvidos

- Unidades de medida de comprimento.
- Ângulos.
- Operações com números decimais.

Problema inicial

Verificar se as mesas analisadas estão de acordo com os critérios dimensionais da NBR 14006, ressaltando aspectos ergonômicos e pedagógicos.

Descrição da atividade

Esta atividade tem por objetivo mostrar ao aluno algumas normas que regem a fabricação do mobiliário escolar e auxiliá-lo a verificar a adequabilidade das mesas analisadas. Assim, através de medições e comparações com a tabela do anexo A, buscaremos verificar se as mesas pesquisadas estão de acordo com os critérios dimensionais da NBR 14006, considerada como a única fonte de informações a esse respeito disponível para fabricantes e usuários.

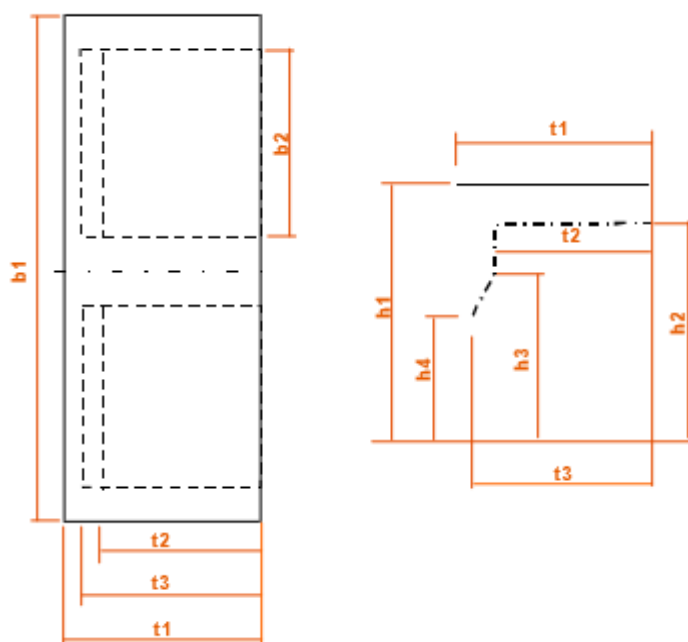
Solução da atividade

Levando-se em conta o conjunto mesa/cadeira, de que trata a norma encontrada, será feita a análise apenas das mesas pesquisadas pelos alunos, uma vez que não se tem dados sobre as respectivas cadeiras. Cabe colocar ainda que apenas se tem informação sobre

critérios dimensionais para as mesas de tampos retangulares, limitando a atividade para este tipo de tampo.

A Figura 37 mostra quais são as medidas da mesa que serão utilizadas para fazer a comparação com os critérios apresentados no Quadro 7.

Figura 37 – Referências gráficas da NBR 14006 da ABNT



Fonte: (Adaptado, BERGMILLER, DE SOUZA e BRANDÃO, 1999, p.18)

Quadro 7 – Tabela dimensional da NBR 14006 da ABNT

Número/cor		0/ branco	1/laranja	2/ lilás	3/ amarelo	4/ vermelho	5/ verde	6/ azul
Classes/ Estatura Referencial	Altura corporal média	900	1050	1200	1350	1500	1650	1800
	Limites inferior - superior	até 970	980 a 1120	1130 a	1280 a 1420	1430 a 1570	1580 a 1720	1730 acima
h1 altura da superfície da mesa (tolerância ± 10)		400	460	520	580	640	700	760
h2 altura mínima para o espaço livre entre as pernas			350	410	470	530	590	650
h3 altura mínima para o espaço do joelho			350	350	400	400	450	500
h4 altura mínima para o espaço da tibia			250	250	300	300	350	350
t1 largura mínima da superfície do tampo			450	(500) 450	(500) 450	(500) 450	(500) 450	(500) 450
b1 comprimento mínimo da superfície do tampo	individual		600	600	(700) 600	(700) 600	(700) 600	(700) 600
	dupla		1200	1200	1200	1200 (1300)	1200 (1300)	1200 (1300)

Fonte: (Adaptado, BERGMILLER, DE SOUZA e BRANDÃO, 1999, p.19)

Faz-se necessário mencionar que as medidas acima são dadas em milímetros. Assim, usaremos esta unidade para comparação das medidas da mesa pesquisada com as colocadas no quadro 7.

Relembrando que a mesa de tampo retangular e acabamentos na cor vermelha tem altura de 65 cm, 60 cm de comprimento e 40 cm de largura, e utilizando a notação do quadro 7 temos $h1=650\text{ mm}$, $t1=400\text{ mm}$ e $b1=600\text{ mm}$. Levando-se em conta estas três medidas, pode-se deduzir que a mesa em questão é a número 4 de cor vermelha.

Note que a altura da superfície da mesa, pela norma, tem tolerância de $\pm 10\text{ mm}$, então $h1=650\text{ mm}$ está de acordo com os padrões exigidos. Já, a largura e o comprimento mínimos indicados é de 450 mm e 600 mm, respectivamente, e a mesa apresenta 400 mm e 600 mm. Assim, apenas a largura não está de acordo com os critérios estabelecidos pela ABNT.

Cabe colocar também que esta mesa é recomendada para uso de alunos com estatura entre 1430 mm e 1570 mm, ou seja, uma altura corporal média de 1500 mm. No entanto, na escola pesquisada as mesas eram usadas por alunos do 1º ano do Ensino Fundamental, cuja

altura corporal média é de cerca de 1130 mm⁶. Para estes alunos, segundo o quadro 7, a mesa ideal seria a número 2 de cor lilás.

Além dessas medidas, a tabela dimensional da NBR (Anexo A) apresenta várias outras que devem ser analisadas para que a mesa esteja de acordo com os critérios estabelecidos. Dentre as outras medidas, três delas estão relacionadas com o espaço livre do joelho, duas tem relação com o espaço da tíbia e uma se refere ao espaço livre entre as pernas.

Considerações sobre a atividade para o docente

Esta atividade foi realizada apenas baseando-se em medidas relacionadas com a mesa, sem nenhuma informação sobre a utilização dela pelos alunos e tampouco a relação mesa/cadeira. Acredita-se que a atividade se torne mais interessante e completa a medida que se faz uso também dos dados antropométricos dos alunos, para verificar a adequabilidade do conjunto mesa/cadeira para cada aluno individualmente.

É de senso comum que nem todos os alunos de uma mesma idade cronológica ou que frequentam a mesma turma se adaptam ergonomicamente ao mesmo padrão de mesas e cadeiras. Assim, sugere-se para o professor, realizar todas as medições e comparações com a tabela do anexo A, para que cada aluno possa verificar se a mesa e cadeira que está utilizando em sala de aula está de acordo com sua altura corporal, bem como se está de acordo com os critérios dimensionais da NBR.

Além do mais, através desta prática os alunos estarão em contato com objetos de medição, tais como esquadros, transferidores, réguas e fitas métricas, a fim de aferir ângulos e medidas de comprimento. É uma atividade que requer conhecimento sobre operações com números decimais e conversão de unidades de medida, mas que não se tornam cálculos “massantes”, uma vez que o aluno tem um objetivo motivador: verificar a adequabilidade da sua mesa/cadeira.

6 Segundo dados da tabela de altura x idade da OMS.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo norteador a exploração do tema fabricação de mobiliário escolar infantil, com alunos do 1º Ano de Técnico em Móveis. A principal estratégia de ensino utilizada foi a modelagem matemática, com a qual se buscou fazer um vínculo entre a fabricação de mesas escolares infantis e a matemática presente nesse processo.

Para tanto, levou-se em consideração referências teóricas de vários autores sobre o processo de modelagem matemática e também sobre a fabricação de móveis escolares e suas normas. O caráter diferenciado proposto para “atacar” a situação-problema possibilitou a exploração de modo dinâmico e relevante de conceitos matemáticos relacionados com a fabricação de mesas escolares infantis.

Através da análise dos resultados pode-se observar que os objetivos do trabalho foram atingidos. Esta afirmação baseia-se no fato de que os alunos não realizaram apenas a sequência pensada inicialmente pelo professor, mas foram sugerindo outras situações-problema, das quais algumas foram elencadas como propostas de atividade posteriormente.

Além disso, por mais que a sequência de atividades foi organizada e pensada pelo professor antes de propor o tema aos alunos, ela apenas foi construída integralmente à medida que as informações foram coletadas por eles. A atividade se tornou interessante e motivadora principalmente pelos desafios que as mesas de formatos não triviais, como a “trapezoidal” e octogonal apresentaram.

Muitos conceitos e propriedades matemáticas se fizeram presentes nas etapas de levantamento de dados, resolução de cada problema e validação dos resultados encontrados. Era nossa vontade dar sequência a esse trabalho, o que infelizmente tornou-se inviável devido ao encerramento do vínculo da autora com a escola.

Também neste sentido, coloca Biembengut (2013, p. 125):

As atividades investigativas, características da modelagem matemática, exigem o exercício constante tanto do professor quanto dos alunos de habilidades como a busca, a seleção, a organização, o levantamento de hipóteses, a manipulação, análise, interpretação e validação de informações. Os professores em sua formação inicial, e mesmo na sua prática profissional, estão acostumados a utilizar os exemplos e exercícios já formulados pelos livros didáticos. Por isso, quando apresentados à proposta da modelagem, onde praticamente não há nada pronto, sentem um impacto muito grande e dificuldades em colocá-la em prática.

Ainda cabe ressaltar a importância deste processo de ensino-aprendizagem no sentido de estabelecer conexões entre a matemática e a realidade. A dinâmica atual e corriqueira é dar ênfase em fórmulas e “receitas”, deixando o processo de construção do conhecimento em segundo plano e tornando o ensino da matemática um processo robotizado, no qual o aluno é um mero reprodutor de fórmulas e conceitos previamente estabelecidos.

Neste mesmo viés, ainda Biembengut (2013, p. 125) coloca que:

Ao participar de um trabalho com modelagem, no qual o conteúdo não é dissociado da realidade, pois há conexão entre o que se aprendeu e que se executou, acreditamos que alunos e professores tornar-se-ão mais entusiastas com a possibilidade de transformar a escola, ainda que de forma lenta e gradual, para que ela venha a exercer o papel que lhe cabe na preparação do indivíduo para atuar no meio circundante.

Por fim, destaca-se que este trabalho buscou fornecer ideias que possam servir de inspiração também para outros professores, contribuindo na construção de uma educação melhor.

REFERÊNCIAS

ALUMINOX. **Tubo Cabideiro Oblongo.** Disponível em <http://www.aluminoxacabamentos.com.br/41/Tubo%20Cabideiro%20Oblongo.html>. Acesso em mar. 2016.

AMARIZ, L. C. **AutoCAD.** Disponível em: <http://www.infoescola.com/informatica/autocad/> Acesso em nov. 2015.

BARBOSA, J. C. **Modelagem na Educação Matemática: contribuições para o debate teórico.** In: REUNIÃO ANUAL DA ANPED, 24., 2001, Caxambu. Anais. Rio Janeiro: ANPED, 2001. 1 CD-ROM.

BASSANEZI, R. C. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática: uma nova estratégia.** 3. ed. São Paulo: Contexto, 2011.

BERGMILLER, K. H.; DE SOUZA, P. L. P.; BRANDÃO, M. B. A. **Ensino fundamental: mobiliário escolar.** Brasília: MEC/ FUNDESCOLA, 1999.

BIANCHINI, E. **Matemática.** 7. ed. São Paulo: Moderna, 2011.

BIEMBENGUT, M. S. **Modelagem matemática no ensino.** São Paulo: Contexto, 2013.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros curriculares nacionais: introdução aos parâmetros curriculares nacionais.** Brasília: MEC/SEF, 1997.

BURAK, D. **Critérios norteadores para a adoção da modelagem matemática no ensino fundamental e secundário.** Revista Zetetiké, ano 2, n. 2, p. 47 – 60,1994.

BURAK, D. **Modelagem matemática: ações e interações no processo de ensino aprendizagem.** Tese de Doutorado. Campinas, Unicamp, 1992.

CEQUIPEL. **Conjunto coletivo infantil multicolorido.** Disponível em <http://www.cequipel.com.br/produtos/conjunto-coletivo-pre-escolar-arrange/>. Acesso em nov. 2015.

CEQUIPEL. **Conjunto Escolar FNDE.** Disponível em <http://www.cequipel.com.br/produtos/conjunto-escolar-fnde-2/>. Acesso em nov. 2015.

DA REDAÇÃO. In Revista Veja, 2016. **Brasil é um dos piores em educação de matemática e ciências.** Disponível em <http://veja.abril.com.br/educacao/brasil-e-um-dos-piores-em-educacao-de-matematica-e-ciencias/>. Acesso em jul. 2016.

DIMOVESC. **Mesa escolar infantil redonda.** Disponível em <http://www.dimovesc.com.br/zoom.php?file=uploads/produtos/mesa-escolar-infantil-redonda-7974.jpg&width=450&height=600>. Acesso em nov. 2015.

EDIFICAÇÃO MODERNA. **Entendendo escalas e escalímetros.** 2012. Disponível em <http://edificacacaomoderna.blogspot.com.br/2012/03/entendendo-escalas-e-escalímetros.html>. Acesso em jan. 2016.

GIOVANNI, J. R. **A conquista da matemática**, 9º Ano. São Paulo: FTD, 2012.

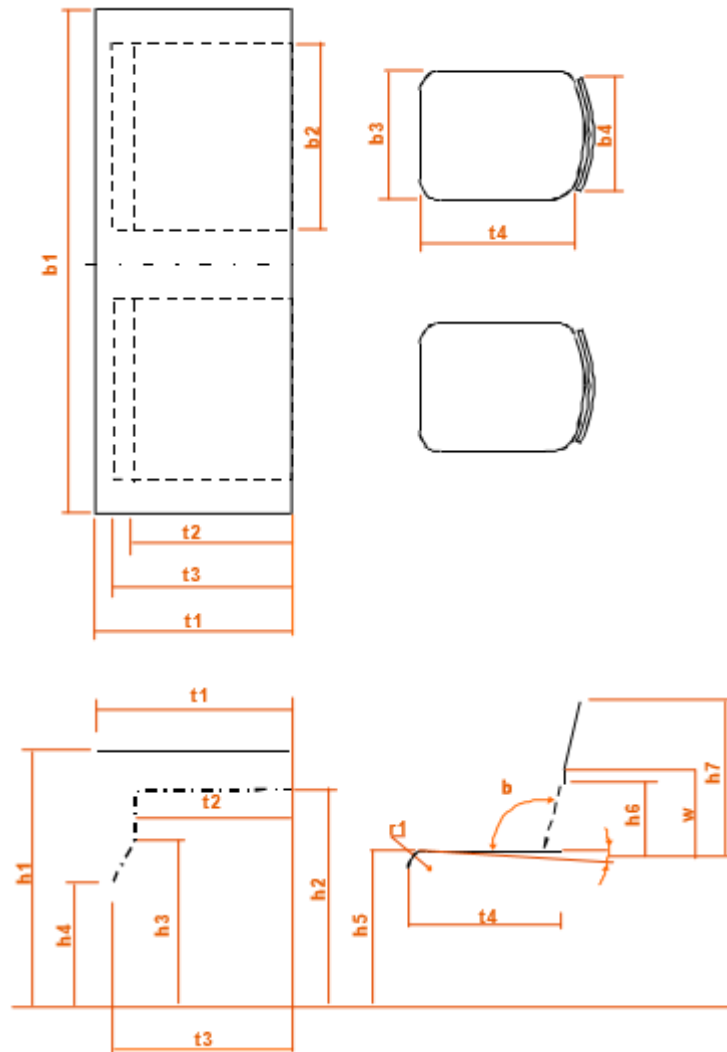
KLÜBER, T. E.; BURAK, D. **Concepções de modelagem matemática:** contribuições teóricas. Revista Educação Matemática Pesquisa, São Paulo, v. 10, n. 1, p. 17 – 34, 2008.

MUNDO EDUCAÇÃO. **Unidades de Medida ao Longo da História.** Disponível em <http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/matematica/unidades-medida-ao-longo-historia.htm>. Acesso em nov. 2015.

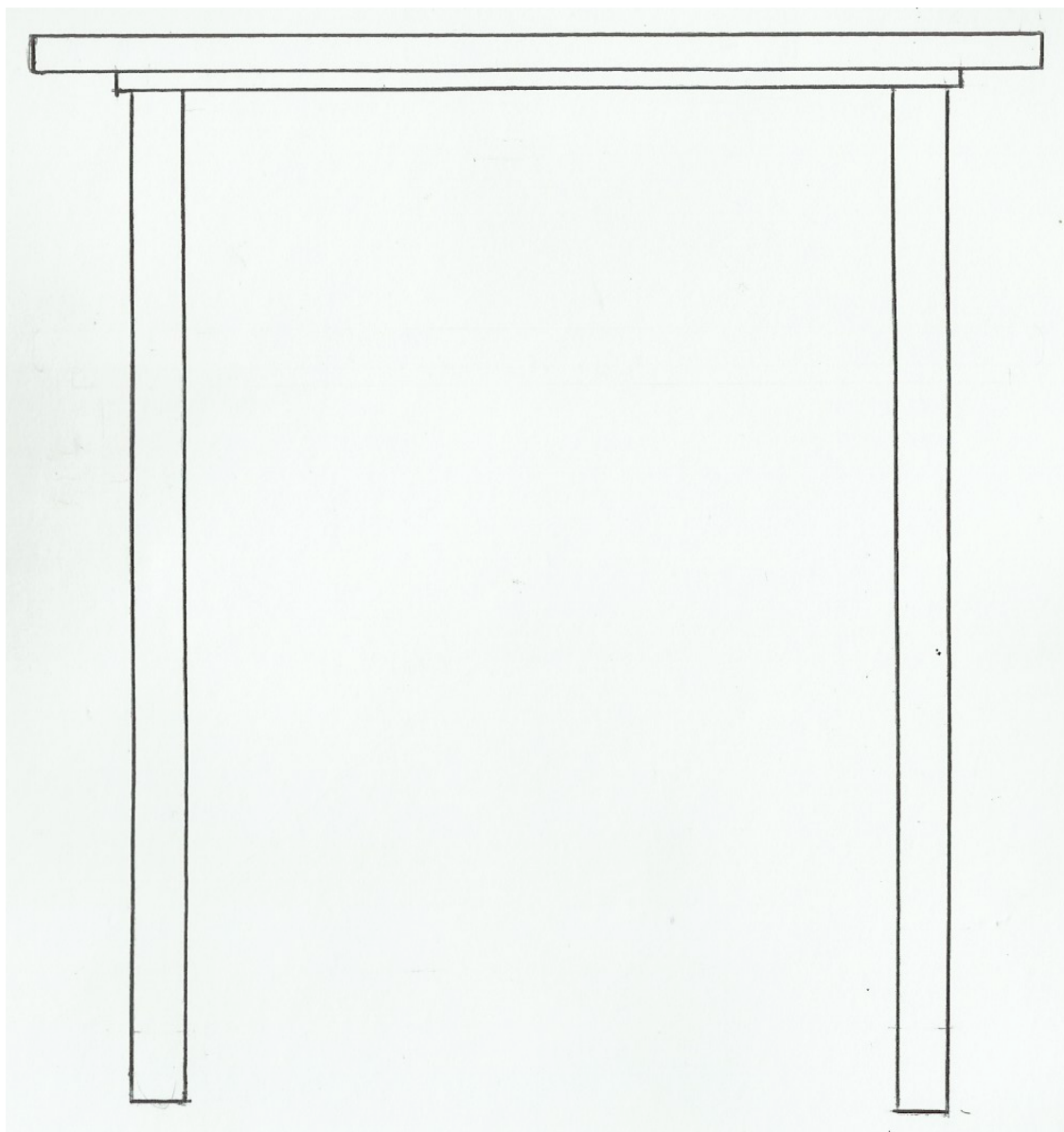
OLIVEIRA, J. M. **Análise ergonômica do mobiliário escolar visando a definição de critérios.** 2006. 80 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2006.

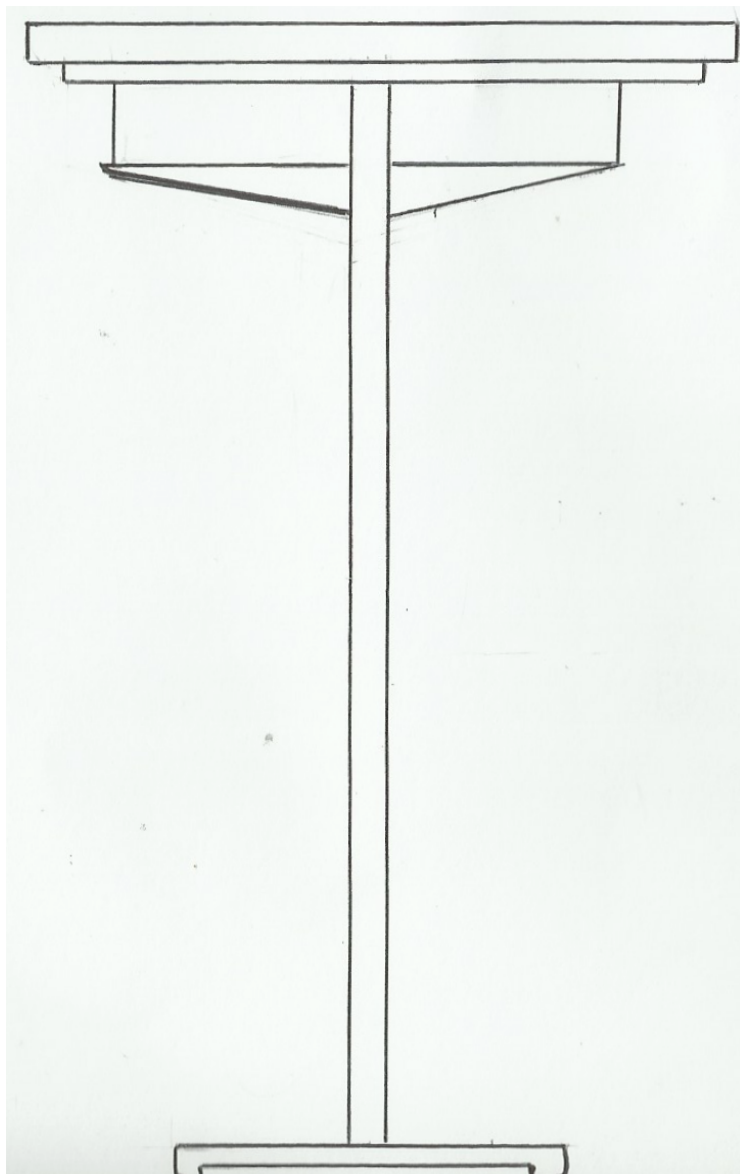
REVISTA CASA E CONSTRUÇÃO. **Semelhantes, mas com particularidades.** Disponível em <http://revistacasaconstrucao.uol.com.br/escc/Edicoes/82/imprime259485.asp>. Acesso em jan. 2016.

SOUZA, E. S. R.; **A modelagem matemática como metodologia para o ensino-aprendizagem de física.** Anais do VI Encontro Paraense de Educação Matemática Universidade do Estado do Pará 03 a 05 de setembro de 2008 – Belém – Pará – Brasil.

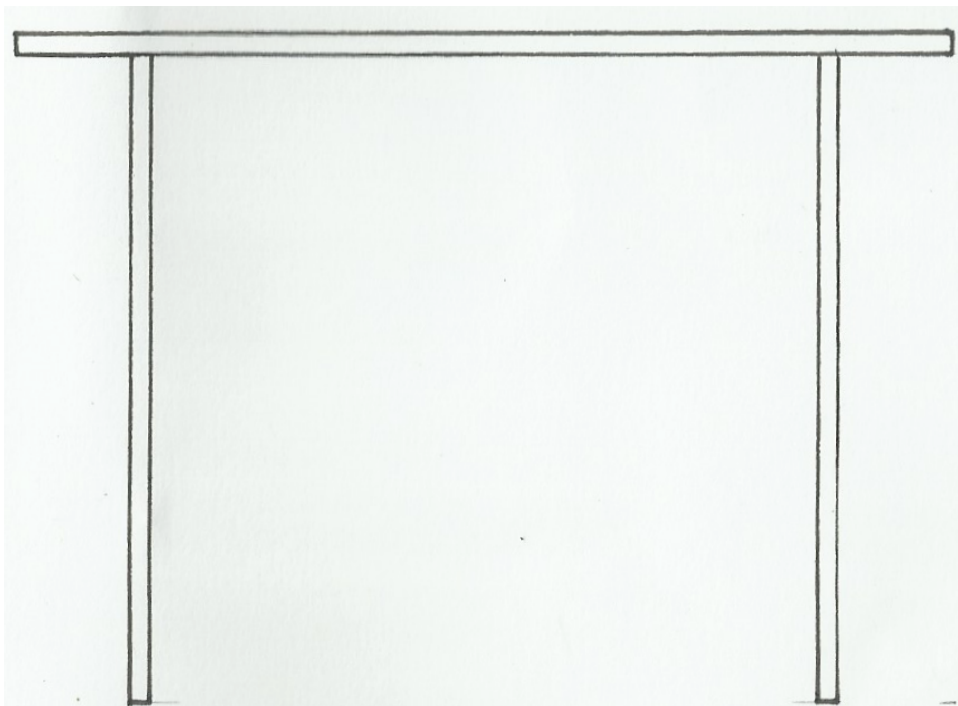


Fonte: (BERGMILLER, DE SOUZA e BRANDÃO, 1999, p.18 e 19)

Anexo B – Vistas laterais e frontais das mesas retangular e circular**Mesa retangular na escala 1:5 - Vista frontal**

Mesa retangular na escala 1:5 - Vista lateral

Mesa circular na escala 1:7,5 - Vista frontal

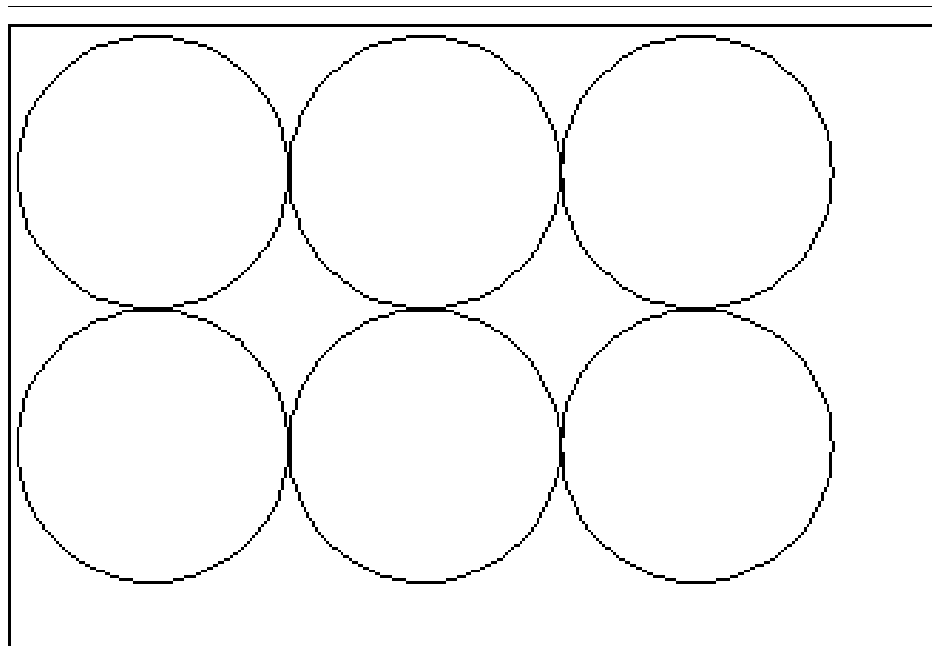
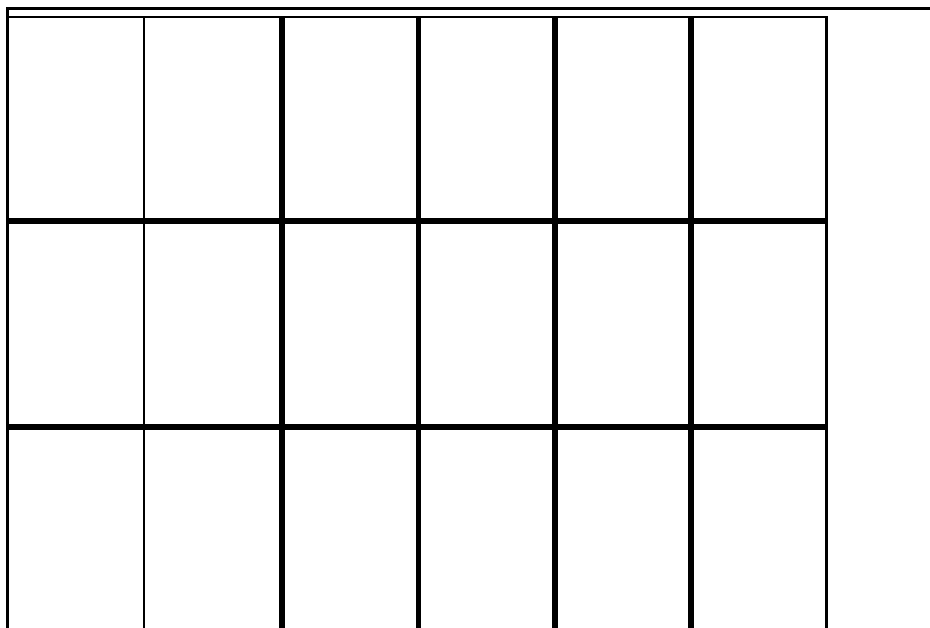


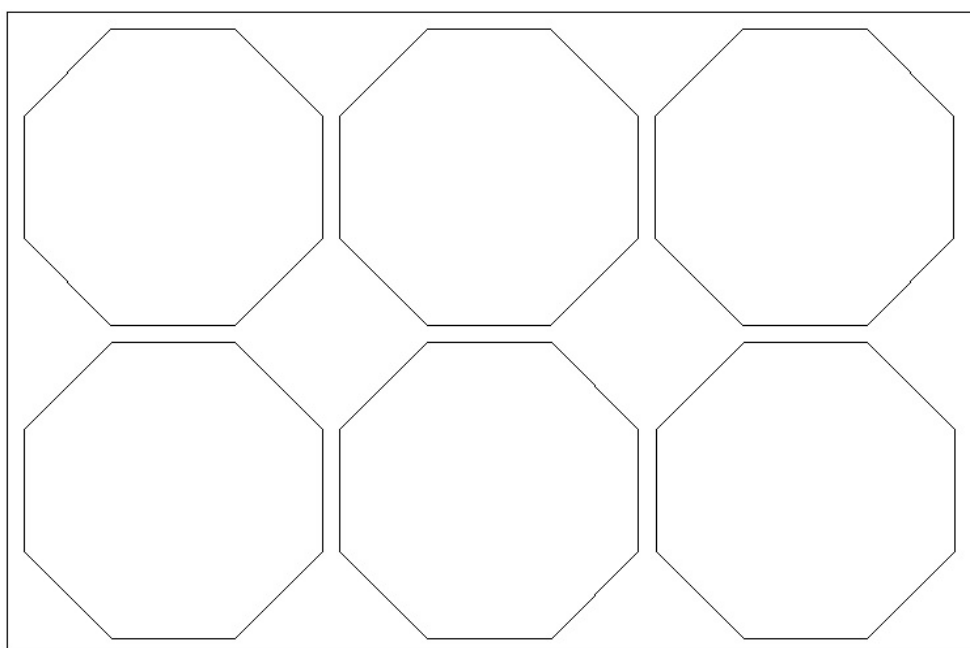
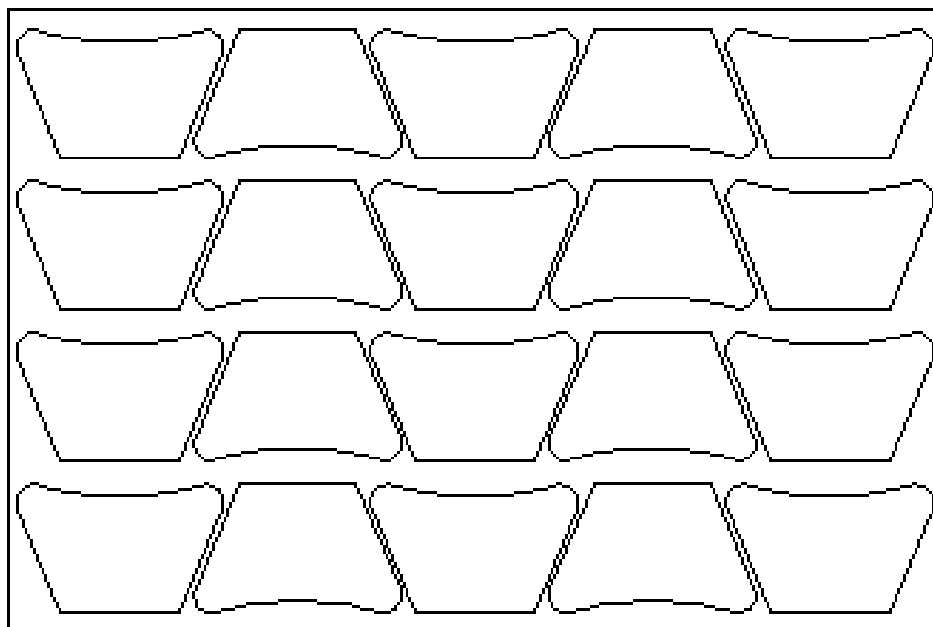
Mesa circular na escala 1:7,5 - Vista isométrica



Anexo C – Modelo de tampos para recorte

Tampos retangular e circular



Tamos octogonal e “trapezoidal”

Fonte: Autora.

Anexo D – Questionário sobre mobiliário escolar

QUESTIONÁRIO SOBRE O MOBILIÁRIO ESCOLAR

Sexo: () Masculino () Feminino **Idade:** **Peso:** **Altura:**

1. Quanto tempo fica sentado(a) em aula semanalmente?

() Menos de 20 h () 20 h a 25 h () 25 h a 30 h () mais de 30 h

2. Você considera a mesa e a cadeira que utiliza na sala de aula confortáveis? () Sim () Não

3. Você acha que o desconforto pode prejudicar sua aprendizagem? () Sim () Não

4. Com relação as medidas da mesa e da cadeira escolar responda:

- As medidas do tampo (comprimento, largura e espessura) são ideais? () Sim () Não

- O espaço para acomodar as pernas é suficiente? () Sim () Não

- A inclinação do encosto da cadeira está satisfatória? () Sim () Não

- As medidas do assento da cadeira o deixam confortável? () Sim () Não

Se **não**, na sua opinião, o que deveria melhorar?

5. O que você acha da aparência e/ou cor da mesa e da cadeira escolar?

() Péssima () Regular () Boa () Muito boa

Por quê?

6. Em relação a mesa e cadeira escolar o que você acha do peso?

() leve () normal () pesada () muito pesada

7. Consideras a mesa e a cadeira resistentes? () Sim () Não

8. Os materiais e acabamentos da mesa e cadeira oferecem algum risco de acidente?

() Sim () Não

APÊNDICES

APÊNDICE A – Modelo de autorização de participação dos alunos



Senhores Pais ou Responsáveis,

Venho por meio deste convidar seu (sua) filho (a) _____ para participar da atividade prática de minha dissertação de Mestrado em Matemática (PROFMAT) com o tema “Estudo de Mobiliário Infantil: Um olhar para a sala de aula” que será realizada nos dias 04, 11, 18 e 25 de novembro de 2015 com início às 13 h 30 min no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha Campus Santa Rosa.

Assinatura do professor: _____

Ciência do pai ou responsável: _____