

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE MATEMÁTICA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE MATEMÁTICA**

LUCAS HENRIQUE DOS SANTOS

**DESENVOLVIMENTO DE UMA UNIDADE DIDÁTICA DE
TRIGONOMETRIA EM UM CURSO DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL
– MECÂNICO DE USINAGEM**

DISSERTAÇÃO

LONDRINA

2019

LUCAS HENRIQUE DOS SANTOS

**DESENVOLVIMENTO DE UMA UNIDADE DIDÁTICA DE
TRIGONOMETRIA EM UM CURSO DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL
– MECÂNICO DE USINAGEM**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática da Universidade Tecnológica Federal do Paraná como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Matemática.

Orientadora: Prof^a Dr^a Zenaide de Fátima Dante Correia Rocha

LONDRINA

2019

TERMO DE LICENCIAMENTO

Esta Dissertação está licenciada sob uma Licença Creative Commons *atribuição uso não-comercial/compartilhamento sob a mesma licença 4.0 Brasil*. Para ver uma cópia desta licença, visite o endereço <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/> ou envie uma carta para Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, Califórnia 94105,USA.



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca UTFPR - Câmpus Londrina

S237d Santos, Lucas Henrique dos
Desenvolvimento de uma unidade didática de trigonometria em um curso de aprendizagem industrial - mecânico de usinagem / Lucas Henrique dos Santos. - Londrina : [s.n.], 2019.
119 f. : il. ; 30 cm.

Orientadora: Profª Drª Zenaide de Fátima Dante Correia Rocha
Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática, 2019.
Bibliografia: f. 61-62.

1. Aprendizagem industrial. 2. Trigonometria - Estudo e ensino.
3. Ensino - Metodologia. 4. Formação profissional. I. Rocha, Zenaide de Fátima Dante Correia, orient. II. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. III. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática. IV. Título.

CDD: 510.7

Ficha catalográfica elaborada por Cristina Benedeti Guilhem - CRB: 9/911



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Londrina e Cornélio Procópio
Pró Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação
Mestrado Profissional em Ensino de Matemática



TERMO DE APROVAÇÃO

DESENVOLVIMENTO DE UMA UNIDADE DIDÁTICA DE TRIGONOMETRIA EM
UM CURSO DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL – MECÂNICO DE USINAGEM

Por

LUCAS HENRIQUE DOS SANTOS

Esta Dissertação foi apresentada em 18 de junho de 2019 como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Matemática. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Profa. Dra Zenaide de Fátima Dante Correia Rocha (Orientadora)
UTFPR – Londrina

Profa. Dra. Marcele Tavares Mendes (Membro Titular)
UTFPR – Londrina

Profa. Dra. Angela Meneghello Passos (Membro Titular)
IFPR – Londrina

Prof. Dr. Sérgio de Mello Arruda (Membro Titular)
UEL – Londrina

- A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Programa de Mestrado
Profissional em Ensino de Matemática -

Dedico este trabalho a minha esposa
Mayara Napoleana Martim Justo dos
Santos que foi meu alicerce e me deu
forças para continuar sempre que foi
preciso.

AGRADECIMENTOS

A todas as pessoas envolvidas, bem como os representantes da escola na qual este estudo foi realizado, que de alguma forma contribuíram para a elaboração deste trabalho.

À minha orientadora Profa. Dra. Zenaide de Fátima Dante Correia Rocha, por sua paciência e suas grandiosas contribuições, norteando-me constantemente na elaboração deste trabalho.

Aos professores Dr. Sérgio de Mello Arruda e Dra. Angela Meneghello Passos, que aceitaram participar das bancas de qualificação e de defesa, e à Professora Dra. Marcele Tavares Mendes, que aceitou participar da banca de defesa, contribuindo todos com sugestões pertinentes para a conclusão deste trabalho.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Matemática, que tanto contribuíram para minha formação e crescimento profissional, bem como no desenvolvimento deste trabalho.

À minha família, que meio a tanto orgulho me deu todo o suporte necessário a continuar os estudos, mesmo que longe de casa.

Aos meus colegas de sala do PPGMAT, em especial aos meus amigos Cleiton Antonio Marino, Fernando Francisco Pereira e Iara Souza Doneze que me motivaram a superar todas as dificuldades vinculadas à participação nas aulas e elaboração desta pesquisa.

E, por fim, a todos os meus alunos, especialmente aos que participaram do desenvolvimento desta pesquisa.

“A educação qualquer que seja ela, é sempre uma teoria do conhecimento posta em prática”.

(Paulo Freire)

SANTOS, Lucas Henrique dos. **DESENVOLVIMENTO DE UMA UNIDADE DIDÁTICA DE TRIGONOMETRIA EM UM CURSO DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL – MECÂNICO DE USINAGEM**. 2019. 121 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, 2019.

RESUMO

Com o surgimento das novas tecnologias empresariais e educacionais, as escolas vinculadas ao SENAI de todo o país sentiram a necessidade de passar por mudanças metodológicas que atendessem essa nova demanda. Porém o SENAI-SP mostrou certa resistência, principalmente quanto ao material de apoio utilizado pelos docentes e instrutores durante suas aulas. Uma dificuldade encontrada está no livro da unidade curricular Matemática Aplicada, que possui exercícios de resolução mecânica não aplicados e descontextualizados a cada área de formação profissional, sendo o mesmo utilizado há mais de 20 anos sem nenhuma reformulação. Com a intenção de sintonizar a concepção de formação profissional e o programa do curso em atendimento à metodologia SENAI de Educação Profissional, o objetivo desta pesquisa se dá na elaboração, aplicação e validação de uma unidade didática contextualizada ao ensino de trigonometria, a fim de relacionar a realidade vivenciada na prática dos estudantes com os conceitos das unidades curriculares. O presente trabalho utilizou como aporte teórico documentos institucionais e referenciais teóricos que defendem uma prática contextualizada de ensino e buscou responder a questão de pesquisa: que percepções os alunos relatam de suas vivências no processo de realizar a unidade didática proposta? Para responder essa pergunta, o professor-pesquisador adotou uma abordagem interpretativa e qualitativa, fazendo uso de gravações, entrevistas e questionários que dão suporte metodológico à pesquisa. Os resultados, por sua vez, revelam a possibilidade da criação de situações de aprendizagem de conteúdos trigonométricos contextualizados e aplicados a problemas práticos enfrentados por futuros profissionais da área da mecânica, expressando significativamente a necessidade da atualização dos materiais utilizados pela instituição de ensino em questão.

Palavras-chave: Aprendizagem Industrial. Contextualização. Formação Profissional. Relação Teoria e Prática. Trigonometria.

SANTOS, Lucas Henrique dos. **DEVELOPMENT OF A TEACHING UNIT OF TRIGONOMETRY IN A COURSE OF INDUSTRIAL LEARNING – MACHINERY OF MACHINING**. 2019. 121 f. Dissertation (Professional Master in Teaching Mathematics) - Federal Technical University of Paraná. Londrina, 2019.

ABSTRACT

With the emergence of new business and educational technologies, schools linked to SENAI across the country felt the need to undergo methodological changes that would meet this new demand. However, SENAI-SP showed some resistance, mainly regarding the support material used by teachers and instructors during their classes. One difficulty is found in the book of Applied Mathematics curricular unit, which has unapplied mechanical resolution exercises and decontextualized to each area of professional training, being used for more than 20 years without any reformulation. The aim of this research is to elaborate, apply and validate a didactic unit contextualized to the teaching of trigonometry, with the intention of attuning the conception of professional formation and the program of the course in accordance with the SENAI methodology of Professional Education, in order to relate the reality experienced in students' practice with the concepts of curricular units. The present work used as theoretical contribution institutional documents and theoretical references that defend a contextualized teaching practice and sought to answer the question of research: what perceptions do the students report of their experiences in the process of accomplishing the proposed didactic unit? To answer this question, the professor-researcher adopted an interpretive and qualitative approach, making use of recordings, interviews and questionnaires that give methodological support to the research. The results, in turn, reveal the possibility of creating situations of learning trigonometric contents contextualized and applied to practical problems faced by future professionals in the area of mechanics, expressing significantly the need to update the materials used by the teaching institution in question.

Keywords: Industrial learning. Contextualization. Professional qualification. Relationship Theory and Practice. Trigonometry.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 – COMPETÊNCIA: Conhecimentos + Habilidades + Atitudes | 25 |
| Figura 2 – Comparação entre Análise Ocupacional e Análise Funcional | 28 |
| Figura 3 – Eixo cilíndrico de três corpos | 37 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|--|----|
| Quadro 1 – Comparativo entre metodologias adotadas pelo SENAI..... | 22 |
| Quadro 2 – Perfil do Mecânico de Usinagem..... | 26 |
| Quadro 3 – Organização curricular (Curso antigo)..... | 29 |
| Quadro 4 – Organização curricular (Curso reformulado)..... | 30 |
| Quadro 5 – Critérios de avaliação críticos..... | 40 |
| Quadro 6 – Critérios de avaliação desejáveis..... | 41 |
| Quadro 7 – Indícios que validam os critérios de avaliação críticos..... | 44 |
| Quadro 8 – Respostas da 1ª questão do questionário de encerramento..... | 47 |
| Quadro 9 – Respostas da 2ª questão do questionário de encerramento..... | 51 |
| Quadro 10 – Respostas da 3ª questão do questionário de encerramento..... | 53 |
| Quadro 11 – Respostas da 4ª questão do questionário de encerramento..... | 55 |
| Quadro 12 – Depoimentos a respeito da aprendizagem..... | 58 |

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| APRESENTAÇÃO..... | 14 |
| 1 INTRODUÇÃO | 16 |
| 2 SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL – SENAI | 19 |
| 2.1 Contexto Histórico do SENAI | 19 |
| 2.2 Da metodologia SENAI/SP à metodologia SENAI de Educação Profissional | 20 |
| 3 CURSO DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL – MECÂNICO DE USINAGEM | 24 |
| 3.1 Perfil Profissional..... | 24 |
| 3.2 Organização curricular | 29 |
| 4 A CONTEXTUALIZAÇÃO EM DOCUMENTOS EDUCACIONAIS | 32 |
| 5 METODOLOGIA..... | 35 |
| 5.1 Definição das situações desafiadoras – Elaboração | 36 |
| 5.2 Aplicação do material | 38 |
| 5.3 Avaliação..... | 40 |
| 5.4 Validação..... | 42 |
| 6 ANÁLISE DOS DADOS..... | 43 |
| 6.1 Observação | 43 |
| 6.2 Análise dos critérios de avaliação críticos e desejáveis | 44 |
| 6.3 Análise das respostas do questionário de encerramento | 47 |
| 6.4 Sobre os efeitos da aplicação do produto <i>à posteriori</i> | 57 |
| 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS | 60 |
| REFERÊNCIAS..... | 62 |
| APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO INICIAL..... | 64 |
| APÊNDICE B – RESPOSTAS DO QUESTIONÁRIO INICIAL..... | 67 |
| APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO DE ENCERRAMENTO..... | 75 |

| | |
|--|----|
| APÊNDICE D – TERMO DE AUTORIZAÇÃO DA DIREÇÃO DO ESTABELECIMENTO DE ENSINO..... | 77 |
| APÊNDICE E – PRODUTO EDUCACIONAL..... | 78 |

APRESENTAÇÃO

Minha relação com a matemática teve início antes mesmo do que eu possa imaginar, no entanto, comecei a demonstrar interesse pela matemática em 1998 quando cursava a 2ª série do Ensino Fundamental. Sempre que um desafio era colocado em questão, eu logo surpreendia minha professora resolvendo o mais rápido que eu pudesse. Os anos foram passando e o desejo de entender o universo dos números só ia aumentando.

Um pouco mais tarde, entre os anos de 2005 e 2007, também me destacando nas unidades curriculares que envolviam cálculos, fui aluno do curso de Aprendizagem Industrial – Mecânico de Usinagem, da escola SENAI¹ “Henrique Lupo”, situada no município de Araraquara/SP. Ao concluir esse curso tive a certeza que cursaria matemática no Ensino Superior. Contudo, outros rumos foram tomados naquele momento.

No ano de 2008, ingressei no Curso Superior de Tecnologia de Produção Industrial, ofertado pela FATEC de Taquaritinga/SP, e, concomitantemente, ingressei no curso Técnico em Contabilidade, ofertado pela ETEC de Araraquara/SP, cursos estes que nem preciso relatar a quantidade de matemática que se fazia presente. Meu vício pelos números era tanto que consegui três bolsas de monitoria na faculdade e deixava de lado meu nome para ser reconhecido pelos meus pares por um apelido que me acompanha até hoje: “Xis”.

Foi então que em 2011 decidi retomar o sonho da graduação em matemática e consegui ingressar no curso superior em Licenciatura em Matemática ofertado pelo IFSP – Campus Araraquara/SP. Não demorou muito e já me envolvi com projetos de iniciação científica e, por conta de já possuir uma graduação, consegui habilitação para lecionar na rede estadual de ensino como professor contratado. Em sala de aula, tive a certeza que nasci para lecionar.

De abril de 2012 até os dias atuais, tenho passado por diversas modalidades de ensino. Lecionei *Experiências Matemáticas* nos anos iniciais do Ensino Fundamental, lecionei *Matemática* nos anos finais do Ensino Fundamental, trabalhei com *Matemática* e *Física* nas séries do Ensino Médio, tive a oportunidade de trabalhar com *Matemática* e *Física* nas séries multisseriadas da EJA (Educação de Jovens e Adultos) no complexo penitenciário de Araraquara e lecionei disciplinas

¹ SENAI – Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial.

específicas do curso Técnico em Administração num colégio particular de formação técnica, situado em Araraquara/SP. Um conjunto de experiências que serviram para me mostrar que eu estava no caminho certo.

Em 2017, decidi continuar os estudos, afinal já entendia que a sala de aula era um excelente laboratório para pesquisa; foi quando ingressei no curso de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Ensino de Matemática, oferecido pela UTFPR – Londrina/Cornélio Procópio. Em maio do mesmo ano, fui efetivado como Professor de Matemática e Ciências dos cursos de Aprendizagem Industrial de uma das escolas SENAI que compõem a GR3 (Gerência Regional 3), localizada no interior do estado de São Paulo. Lá tive a oportunidade de identificar que o material de matemática ainda era o mesmo que foi usado por mim enquanto aluno, entre os anos de 2005 e 2007 já citados anteriormente.

Então, juntamente com a minha orientadora Profa. Dra. Zenaide de Fátima Dante Correia Rocha, decidimos investigar os impactos causados pela mudança metodológica que a instituição SENAI vinha sofrendo, bem como nos sentimos motivados a elaborar uma unidade didática contextualizada com conceitos trigonométricos para o curso de Mecânico de Usinagem, tendo em vista que, como egresso desse curso, eu possuía certo conhecimento de sua área técnica.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, os centros de treinamentos e as escolas vinculadas ao Sistema “S” (SESI / SENAI) vivem um processo de transição metodológica, na qual passa a ser trabalhada a metodologia SENAI de formação profissional com base em competências (Metodologia SENAI de Educação Profissional). Mesmo com certa resistência, o estado de São Paulo fez a adesão a essa nova metodologia, mas não atingindo sua totalidade de cursos, permanecendo também com sua metodologia própria, a metodologia SENAI/SP voltada apenas para o conteúdo.

Assim a dificuldade encontrada enquanto aluno e atualmente enquanto professor refere-se ao material da unidade curricular Matemática Aplicada do curso de Aprendizagem Industrial: Mecânico de Usinagem, que possui exercícios de resolução mecânica não aplicados e descontextualizados com cada área de formação profissional, sendo o que material é utilizado há mais de 20 anos sem nenhuma reformulação.

Mas, por que aprender matemática no curso de Mecânico de Usinagem?

SENAI (2016) justifica que a importância da matemática num curso como esse se deve ao fato de que os estudantes precisam aprender a:

- Elaborar cálculos elementares, necessários à usinagem ou ao controle de peças, bem como relatórios de trabalho específicos;
- Interpretar desenhos técnicos de peças e de conjuntos mecânicos para fazer o controle de dimensões, forma, posição e grau de acabamento de peças, empregando instrumentos de medição direta e indireta e comparando a qualidade do produto com normas nacionais e internacionais;
- Criar e estabelecer uma sequência lógica de usinagem das peças a serem produzidas.

A fim de considerar essas demandas, esse trabalho de mestrado tem como objetivo a elaboração, aplicação e validação de uma unidade didática contextualizada para o ensino de trigonometria, a fim de relacionar a realidade vivenciada na prática dos sujeitos de pesquisa com os conceitos das unidades curriculares, em uma metodologia de ensino e aprendizagem que vise à interação entre teoria e prática, resgatando sempre que for preciso as inovações tecnológicas

com as quais os alunos estão sujeitos a trabalhar. Assim, sintoniza-se a concepção da formação profissional e o curso desenvolvido, permitindo melhorias na formação dos discentes no sentido de prepará-los para a resolução de problemas relacionados à prática. É importante ressaltar que o presente trabalho busca ainda responder seu problema de pesquisa: que percepções os alunos relatam de suas vivências no processo de realizar a *unidade didática proposta*²?

Desse modo, a pesquisa se divide em capítulos no sentido de permitir ao leitor um entendimento sobre a realidade vivenciada no SENAI-SP, tanto no que se refere a assuntos metodológicos quanto ao curso em estudo.

Inicialmente é feita uma pesquisa de cunho bibliográfico, retratando aspectos históricos do SENAI e as mudanças metodológicas sofridas pela instituição. Nesse capítulo é o caminho tomado que justifica a necessidade que o *professor-pesquisador*³ identificou para realizar as suas tarefas.

Posteriormente, são abordados aspectos do curso de Aprendizagem Industrial – Mecânico de Usinagem (curso em estudo), destacando o antigo e o atual perfil profissional do egresso e também a estrutura curricular do curso, como era e como está organizada atualmente frente às duas metodologias (Metodologia SENAI/SP e Metodologia SENAI de Educação Profissional).

O capítulo 4 traz referenciais teóricos que defendem a importância de se contextualizar a prática de ensino, com o intuito de dar ao aluno maiores significados àquilo que será aprendido.

No quinto capítulo, Metodologia, são relatadas as etapas pelas quais o professor-pesquisador passou durante a elaboração, aplicação e validação do produto educacional (que é um dos requisitos dos mestrados profissionais para a obtenção do título de Mestre em Ensino) bem como ao longo da realização da pesquisa.

² Produto Educacional baseado na trigonometria contextualizada à prática e teoria de um curso de Aprendizagem Industrial: Mecânico de Usinagem.

³ Denominação dada ao profissional que admitia várias vezes duplo papel: ora era o professor atuante na sala de aula e ora era o pesquisador enquanto elaborava a dissertação e analisava os dados para a pesquisa.

Já o capítulo Análise dos Dados aborda como foram tratados os dados colhidos pelo professor-pesquisador e os indícios obtidos responder a pergunta de investigação.

Por fim, nas considerações finais é feita uma reflexão apresentando em síntese os resultados, a fim de buscar o objetivo em pauta, verificando se os dados colhidos respondem o problema de pesquisa já enunciado.

Vale ressaltar que o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, tanto dos alunos quanto dos seus responsáveis, encontram-se sob tutela do professor-pesquisador, assim como esta pesquisa encontra-se cadastrada na Plataforma Brasil no projeto de pesquisa “O ensino e a aprendizagem de ciências e matemática em sala de aula e em ambientes informais”, cujo número do parecer consubstanciado do CEP é 3045604 e o CAAE: 57663716.9.0000.5231. Já a autorização da direção da escola, encontra-se em apêndice neste trabalho.

Segue também em apêndice o produto educacional aplicado pelo professor-pesquisador, que foi confeccionado para aproximar ainda mais os conceitos matemáticos aprendidos na unidade curricular Matemática Aplicada com as competências desenvolvidas na unidade curricular Prática Profissional, às quais os alunos são submetidos durante o curso.

2 SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL – SENAI

2.1 Contexto Histórico do SENAI

Devido ao Decreto-Lei conhecido como “Leis Orgânicas da Educação Nacional” sancionada pelo então presidente Getúlio Vargas a fim de formar profissionais para a indústria nacional, foi criado em 22 de janeiro de 1942 o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI). Esse documento determinava que a instituição de educação profissional citada acima teria como mantenedores empresários e seria administrada pela Confederação Nacional da Indústria (CNI). Assim, os empresários Euvaldo Lodi, presidente da CNI, e Roberto Simonsen, presidente da Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (FIESP), inspiraram-se na experiência do Centro Ferroviário de Ensino e Seleção Profissional para a criação de centros de treinamentos do SENAI.

No fim da década de 50, quando o presidente Juscelino Kubitschek acelerou o processo de industrialização, o SENAI já se fazia presente em quase todo o território nacional, tornando-se referência no quesito inovação e qualidade na área de formação profissional.

Na década de 60, o SENAI começa a investir recursos em cursos sistemáticos (cursos voltados a uma necessidade específica das empresas) de formação profissional, intensificando o treinamento no interior das empresas vinculadas à instituição e buscando parcerias com os Ministérios da Educação e do Trabalho, e com o Banco Nacional da Habitação.

Posteriormente a instituição expandiu a assistência às empresas, investindo em tecnologia, instalando centros de ensino para pesquisa e desenvolvimento tecnológico e apoiando a indústria brasileira no campo da tecnologia de processos, de produtos e de gestão.

Segundo Manacorda (2010), a mão de obra atualizada precisa estar pronta e deve dar conta de atender toda a demanda emergente e é por isso que hoje o SENAI amplia a qualidade de sua Educação Profissional e Ensino Superior, ofertados de acordo com as necessidades da indústria, consolidando a metodologia vigente: SENAI de educação profissional.

2.2 Da metodologia SENAI/SP à metodologia SENAI de Educação Profissional

Durante muito tempo, mais precisamente desde 1942, com a criação dos primeiros Centros de Treinamentos do SENAI, a instituição no estado de São Paulo fez uso de uma metodologia de ensino própria, que muitas vezes servia até mesmo de exemplo para outros estados do país (SENAI, 2000). Tal metodologia, intitulada Metodologia SENAI/SP, era estruturada sob uma ótica tecnicista, na qual aprender a técnica é o objetivo a ser atingido. A educação escolar se restringe à organização de processos para aquisição de conhecimentos específicos necessários para que os envolvidos se integrem na máquina do sistema social global (LUCKESI, 2003).

O problema é que, na educação tecnicista, docentes e discentes são reprodutores de um movimento coordenado por supostos especialistas. É preciso considerar, no entanto, que o SENAI foi criado para este fim: atender as necessidades de sua clientela (empresas) no quesito de qualificação de mão de obra. Matui (2002) defende que a escola tecnicista desenvolve uma teoria de aprendizagem com foco em técnicas, o que torna o aluno um depósito passivo dos conhecimentos, fato consumado por mais de 20 anos enquanto o SENAI fazia uso dessa metodologia.

Contudo, por conta das contínuas transformações do contexto socioeconômico, dos parâmetros da lei federal que estabelece as diretrizes e as bases da Educação no Brasil (LDB) e do decreto que regulamenta a Educação Profissional e, ainda, para responder às mudanças ocorridas no mundo do trabalho, em 1999, o SENAI deu início à elaboração da metodologia de formação com base em competências, que abarca desde a criação do perfil profissional até a organização curricular e a prática pedagógica.

Atualmente o foco educacional deixa de ser o posto de trabalho e passa a ser o desenvolvimento de competências. Se antes se ensinava os aprendizes a realizarem tarefas, hoje o foco do professor é promover o desenvolvimento de competências do aluno dentro de um contexto maior, tais como:

- Interdisciplinaridade;
- Contextualização;
- Aprendizagem significativa;
- Modularização;

- Desenvolvimento de capacidades;
- Integração teoria e prática;
- Avaliação na ótica de regulação da aprendizagem;
- Proposição de desafios;
- Postura Mediadora.

Para SENAI (2013, p. 39), competência profissional é definida como a “mobilização de conhecimentos, habilidades e atitudes profissionais necessários ao desempenho de atividades ou funções típicas, segundo padrões de qualidade e produtividade requeridos pela natureza do trabalho”. Para responder às mudanças no mundo do trabalho, o SENAI elaborou metodologias de formação com base em competências, também conhecida por Metodologia SENAI de Educação Profissional (MSEP), que abarca desde a criação do perfil profissional à organização curricular e à prática pedagógica, a fim de unificar a metodologia utilizada por todas as escolas SENAI do país e proporcionar posicionamentos diferentes aos envolvidos no processo de ensino e aprendizagem.

Segundo SENAI (2009), o planejamento sistemático das atividades pedagógicas, pelos docentes, aparece como condição essencial para o bom desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem, tornando-se uma das principais contribuições da implementação da metodologia de educação profissional com base em competências para a instituição. É no planejamento docente que a instituição consegue identificar as principais lacunas entre o perfil profissional, o desenho curricular e a prática docente.

O objetivo é integrar teoria e prática, por meio de uma visão ampliada do que seja prática profissional, a partir de situações que reflitam os contextos de cada profissão. Assim, os princípios da metodologia SENAI de Educação Profissional são colocados em prática, tais como a interdisciplinaridade, a contextualização, a recorrência e a modularização.

No que se refere à perspectiva interdisciplinar, a metodologia de Educação Profissional rompe o paradigma de uma visão fragmentada das unidades curriculares. Esse rompimento contribui de forma expressiva para a prática pedagógica, enriquecendo o desenvolvimento de projetos interdisciplinares, de

pesquisas, de resolução de situações-problema e de desafios reais do mundo do trabalho.

Para Burnier (2001), os conhecimentos prévios dos estudantes devem ser avaliados pelo docente a fim de corroborar para os novos conhecimentos, levados em conta na construção de atividades de aprendizagens contextualizadas. Assim, contextualizar as situações-problema, também chamadas de situações desafiadoras, faz-se totalmente importante para os alunos que passam a se enxergar naquilo que estão aprendendo. A contextualização é outro princípio orientador das práticas pedagógicas dessa nova metodologia, pois implica na atribuição de significados aos fatos, fenômenos, contextos e práticas desenvolvidas pelos alunos.

Ensinar mediante a contextualização do conteúdo matemático é o que motiva o professor-pesquisador na elaboração desta pesquisa, bem como do Produto Educacional. Por mais que a instituição tenha passado por uma reformulação metodológica que fez alterações em quase todos os planos de curso, o material disponibilizado ainda permanece o mesmo, totalmente desconectado da realidade vivenciada pelos alunos. Portanto a proposta aqui veiculada requer nova configuração desse material, a exemplo do Produto Educacional elaborado.

Assim, em um comparativo com relação à transição metodológica pela qual o SENAI está passando, é possível observar que:

Quadro 1 – Comparativo entre metodologias adotadas pelo SENAI

| Metodologia SENAI/SP – antiga | Metodologia SENAI de Educação Profissional – nova |
|---|---|
| Conteúdo voltado ao conhecimento e operações. | Conteúdo voltado a fundamentos técnicos ou capacidades técnicas. |
| Perfil sob lógica ocupacional. | Perfil sob lógica funcional (competências). |
| <i>Plano de Ensino e Avaliação do Rendimento (PEARE)</i> tecnicista e excludente: uma vez “ensinado” certo conteúdo, o professor não o retoma | Trabalho com perenidade (dá-se base para o aluno continuar sozinho, sentindo-se parte daquilo que aprende); permite-se o protagonismo estudantil. |

| | |
|-------|---|
| mais. | Ouve-se o aluno. |
| | Propicia a autoavaliação. |
| | A avaliação não fica apenas nas mãos do docente e permite-se a corresponsabilidade do estudante por sua aprendizagem. |
| | Professor tem o papel de mediador. |

Fonte: Adaptado de SENAI (2013, p. 32).

Nesse viés, o capítulo seguinte apresenta as mudanças e os impactos causados no perfil profissional do curso em questão (curso de Aprendizagem Industrial – Mecânico de Usinagem) devido à inserção da nova metodologia adotada pela instituição.

3 CURSO DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL – MECÂNICO DE USINAGEM

Mecânico de Usinagem é uma ocupação definida pela Classificação Brasileira de Ocupações (CBO), na qual é intitulado: Operador de máquinas-ferramentas convencionais, mediante o código 7212-15. Sendo assim, Mecânico de Usinagem pertence ao Grande Grupo 7, “Trabalhadores da produção de bens e serviços industriais”, este por sua vez inserido na família ocupacional Preparadores e Operadores de Máquinas-Ferramentas Convencionais (BRASIL, 2010).

O curso tem por objetivo oferecer aos aprendizes qualificação profissional para a execução de atividades relacionadas à usinagem de peças em materiais ferrosos e não ferrosos, seguindo normas e procedimentos técnicos de manutenção, segurança, meio ambiente e qualidade, atuando com máquinas convencionais e a comando numérico computadorizado – CNC (SENAI, 2017).

Desse modo, os profissionais egressos do curso podem atuar em indústrias do setor metalmeccânica, com trabalho desenvolvido em rodízios de turnos. As atividades muitas vezes podem ser desconfortáveis devido aos longos períodos em que o trabalhador fica exposto a ruídos intensos, o que pode ser amenizado com o uso adequado dos EPI's (Equipamentos Individuais de Proteção).

3.1 Perfil Profissional

Perfil profissional é a descrição do que se espera que o trabalhador deve ser capaz de realizar em âmbito profissional correspondente à sua ocupação. É um marco de referência para o desenvolvimento profissional.

Vale ressaltar que o perfil profissional deve atender os anseios da região onde será implantado determinado curso, respeitadas as proporções e necessidades de cada localidade, e é atendendo a esse quesito que se traça toda a orientação para a estruturação do curso. Assim, para Saviani (2012), quando o assunto é perfil profissional de um curso específico que aparenta ser uma reordenação de um processo educativo a fim de torná-lo objetivo e operacional, fica nítido que à luz da Metodologia SENAI/SP, o perfil profissional do curso em questão era tecnicista e com fins ocupacionais.

Desse modo, observa-se que naquele momento o perfil do egresso se sustentava apenas em técnicas como usinar peças em materiais ferrosos e não

ferrosos, estabelecer sequências lógicas para usinagem das peças, selecionar ferramentas de corte de acordo com a peça a ser usinada, tornear, fresar, retificar, efetuar controle de dimensões, efetuar cálculos elementares aos processos de usinagem, dentre muitas outras atividades que modelam o comportamento humano através de técnicas específicas.

Nota-se que fica muito difícil abordar a contextualização, problema defendido e discutido no decorrer desta pesquisa, quando o assunto é trabalhar técnicas já preestabelecidas que não ofereçam oportunidade de novas estratégias de ensino ao professor e aprendizagem por parte do aluno. Aqui o professor faz papel de ligação entre o conhecimento científico e o aluno; já o aluno é um ser passivo e responsivo, que sequer participa da elaboração e construção do programa educacional, desfrutando apenas de um conhecimento que muitas vezes não condiz com a sua realidade.

Na metodologia SENAI de Educação Profissional, o perfil do curso fica sob uma lógica funcional, na qual as técnicas ainda se fazem presente, porém sob uma nova ótica. Aqui o objetivo é desenvolver o CHA (Conhecimento, Habilidades e Competências), colocando o aluno no centro do processo de ensino-aprendizagem.

Figura 1 – COMPETÊNCIA: Conhecimentos + Habilidades + Atitudes



Fonte: SENAI (2013, p. 39).

Desse modo, dá-se ao aluno uma oportunidade de aprender e se desenvolver conforme o seu tempo. Vale ressaltar que para essa metodologia, a fim de que ocorra o desenvolvimento da unidade de competência, que é o alicerce para o

sucesso profissional dos alunos, devem ser estabelecidos desempenhos a serem atingidos. Com isso, o novo perfil do curso fica estruturado da seguinte forma:

Quadro 2 – Perfil do Mecânico de Usinagem

| Unidade de Competência 1 | |
|--|---|
| Usinar peças em materiais ferrosos e não ferrosos, seguindo normas e procedimentos técnicos de manutenção, segurança, meio ambiente e qualidade. | |
| Elementos de Competência | Padrões de Desempenho |
| 1.1 Definir o processo a ser utilizado | 1.1.1 Aplicando normas e procedimentos de segurança. 1.1.2 Aplicando normas e procedimentos referentes ao meio ambiente. 1.1.3 Aplicando normas e procedimentos técnicos. 1.1.4 Interpretando desenhos técnicos. 1.1.5 Estabelecendo inter-relações entre material da peça, ferramentas e máquinas. 1.1.6 Estabelecendo sequência de usinagem. 1.1.7 Selecionando instrumentos, ferramentas e dispositivos. 1.1.8 Estabelecendo parâmetros de usinagem. 1.1.9 Elaborando cálculos. 1.1.10 Elaborando programas para máquinas a CNC de acordo com normas DIN/ISO. |

| | |
|--|---|
| <p>1.2 Operar máquinas convencionais e a CNC</p> | <p>1.2.1 Aplicando normas e procedimentos de segurança.</p> <p>1.2.2 Interpretando desenho técnico.</p> <p>1.2.3 Afiando ferramentas.</p> <p>1.2.4 Preparando máquinas convencionais e a CNC.</p> <p>1.2.5 Realizando procedimentos de manutenção preventiva.</p> <p>1.2.6 Aplicando parâmetros de usinagem.</p> <p>1.2.7 Interpretando programas de CNC.</p> <p>1.2.8 Realizando ajustes nos programas de CNC.</p> |
| <p>1.3 Realizar operações manuais de usinagem e ajustagem.</p> | <p>1.3.1 Aplicando normas e procedimentos de segurança.</p> <p>1.3.2 Interpretando desenho técnico.</p> <p>1.3.3 Afiando ferramentas.</p> <p>1.3.4 Realizando ajustes de conjuntos.</p> <p>1.3.5 Utilizando ferramentas manuais e dispositivos.</p> |
| <p>1.4 Controlar produto e processo</p> | <p>1.4.1 Aplicando normas e procedimentos de saúde, segurança e meio ambiente.</p> <p>1.4.2 Seguindo normas e procedimentos técnicos (exemplo: folha de processo).</p> <p>1.4.3 Aplicando procedimentos e ferramentas de controle de qualidade (exemplo: autoinspeção e definição de pontos de controle).</p> <p>1.4.4 Seguindo especificações do desenho técnico.</p> |

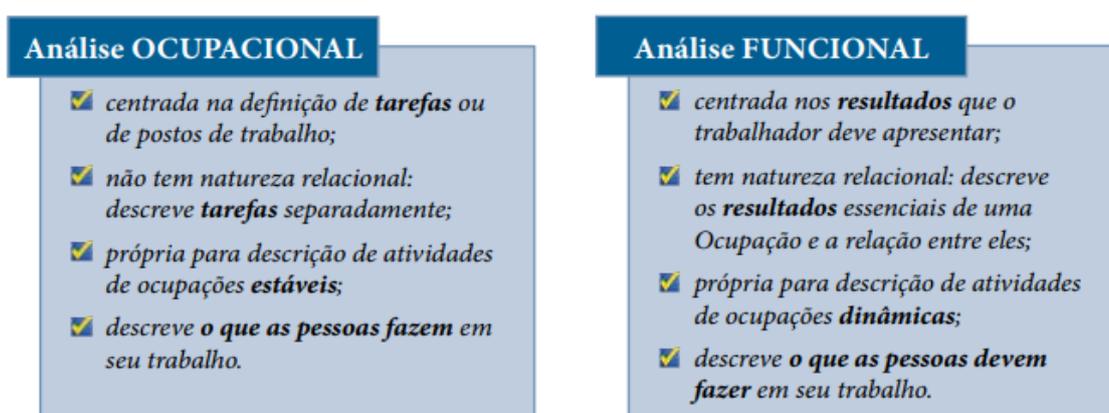
| | |
|--|---|
| | <p>1.4.5 Realizando registros referentes à produção.</p> <p>1.4.6 Monitorando variáveis do processo (exemplo: desgaste de ferramentas).</p> <p>1.4.7 Monitorando parâmetros do produto de forma visual, dimensional e geométrica.</p> <p>1.4.8 Utilizando instrumentos de medição de acordo com procedimentos.</p> <p>1.4.9 Realizando correções referentes às variáveis do processo.</p> |
|--|---|

Fonte: SENAI (2017, p. 9).

De uma forma geral, com essas mudanças, o SENAI acredita que os novos Perfis Profissionais enfatizam as inter-relações das diversas atividades vinculadas às ocupações industriais.

A figura a seguir ilustra as mais significativas mudanças observadas quando comparados o antigo e o novo perfil profissional:

Figura 2 – Comparação entre Análise Ocupacional e Análise Funcional



Fonte: SENAI (2013, p. 32).

3.2 Organização curricular

Com as mudanças metodológicas ocorridas no SENAI-SP, a estrutura curricular do curso de Aprendizagem Industrial – Mecânico de Usinagem também sofre algumas alterações de grande relevância. À luz da metodologia SENAI/SP, o curso possui seus componentes curriculares estruturados a partir de uma base complementar e uma base tecnológica.

A base complementar consiste em abrigar os componentes curriculares que oferecem ao aluno o desenvolvimento cognitivo, afetivo e psicomotor, objetivando o enriquecimento do currículo e atendendo as especificidades requeridas pela formação profissional.

A base tecnológica refere-se aos conteúdos específicos, teóricos e práticos do curso, estruturados em decorrência do perfil profissional que o egresso deve ter.

Quadro 3 – Organização curricular (Curso antigo)

| Legislação | Componentes Curriculares | Carga Horária Total (Horas) |
|--|--|-----------------------------|
| Lei Federal nº 9394/96 Decreto Federal nº 8268/14 e Lei Federal nº 11741/08 | Base Complementar | |
| | Técnicas de Redação em Língua Portuguesa | 80 |
| | Matemática Aplicada | 80 |
| | Desenho Técnico | 80 |
| | Ciências Aplicadas | 80 |
| | Iniciação à Informática | 80 |
| | Subtotal | 400 |
| | Base Tecnológica | |
| | Controle Dimensional | 80 |
| | Pneumática | 40 |
| | Hidráulica | 40 |
| | Iniciação ao Comando Numérico | 80 |
| | Eletricidade Básica | 80 |

| | |
|----------------------|-------------|
| Tecnologia Mecânica | 160 |
| Prática Profissional | 720 |
| Subtotal | 1200 |
| Total | 1600 |

Fonte: SENAI (2016, p. 10).

Nessa disposição, a unidade curricular Matemática Aplicada é totalmente conteudista, fazendo revisão de grande parte do conteúdo aprendido pelos alunos nos anos finais do Ensino Fundamental (SENAI, 2003). Tais conteúdos, apesar de servirem como suportes para as unidades curriculares específicas, como a Prática Profissional, são abordados inteiramente de forma isolada, sem nenhuma aplicação.

Contudo, a nova organização curricular para este curso prevê dois módulos – um básico e um específico. No Módulo Básico serão desenvolvidas as unidades curriculares Comunicação Oral e Escrita, Matemática Aplicada à Usinagem, Ciências Aplicadas à Usinagem, Desenho Técnico Mecânico e Fundamentos da Usinagem. É nesse momento que serão trabalhados os fundamentos técnicos e científicos relativos ao perfil do Mecânico de Usinagem, dando suporte para o desenvolvimento das capacidades técnicas constantes nas unidades curriculares do Módulo Específico.

No Módulo Específico o foco se dá no desenvolvimento das competências específicas (capacidades técnicas) e competências de gestão (capacidades sociais, organizativas e metodológicas) relativas aos processos de usinagem, com o desenvolvimento das unidades curriculares Controle Dimensional, Usinagem em Máquinas Convencionais e Usinagem em Máquinas a CNC.

Quadro 4 – Organização curricular (Curso reformulado)

| LEGISLAÇÃO | UNIDADES CURRICULARES ⁴ | SEMESTRES | CARGA HORÁRIA TOTAL |
|------------|------------------------------------|-----------|---------------------|
|------------|------------------------------------|-----------|---------------------|

⁴ Unidade curricular é a unidade pedagógica que compõe o currículo, sob uma visão interdisciplinar, constituída de fundamentos técnicos e científicos ou capacidades técnicas, capacidades sociais, organizativas e metodológicas, conhecimentos, habilidades e atitudes profissionais.

| | | 1º | 2º | 3º | 4º | HORAS |
|---|------------------------------------|------------|------------|------------|------------|-------------|
| Lei Federal nº 9394/96 e 11741/08 Decreto Federal nº 5154/04 | Comunicação Oral e Escrita | 40 | 40 | | | 80 |
| | Matemática Aplicada à Usinagem | 40 | 40 | | | 80 |
| | Desenho Técnico Mecânico | 40 | 40 | | | 80 |
| | Ciências Aplicadas à Usinagem | 40 | 40 | | | 80 |
| | Fundamentos da Usinagem | 240 | 240 | | | 480 |
| | Controle Dimensional | | | 80 | | 80 |
| | Usinagem em Máquinas Convencionais | | | 160 | 240 | 400 |
| | Usinagem em Máquinas a CNC | | | 160 | 160 | 320 |
| | Carga Horária Semestral | 400 | 400 | 400 | 400 | 1600 |
| | Carga Horária Total | | | | | |

Fonte: SENAI (2017, p. 17).

Nota-se que essa estrutura possui menos unidades curriculares e isso se deve ao fato da interdisciplinaridade e contextualização que se fazem presentes nessa nova metodologia.

A Unidade Curricular Matemática Aplicada à Usinagem, que agora tem seu nome alterado, deve dar ênfase à utilização dos cálculos matemáticos que serão necessários para a operação dos processos de usinagem, desenvolvida paralelamente às capacidades sociais, organizativas e metodológicas adequadas a diferentes situações profissionais. É necessário ainda que o docente trabalhe todos os conhecimentos contextualizados com a mecânica de usinagem, possibilitando ao aluno um real entendimento da aplicabilidade desses cálculos na área profissional.

4 A CONTEXTUALIZAÇÃO EM DOCUMENTOS EDUCACIONAIS

A falta de significação dada aos conteúdos curriculares já preestabelecidos nos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 2000) e que serão transpostos aos alunos é uma problemática enfrentada em sala de aula nos dias atuais. Ao explicar o conteúdo de forma apenas expositiva e sem relacionar o conceito a um contexto, o docente torna a sua aula menos interessante aos envolvidos no processo de aprendizagem.

Contudo, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (BRASIL, 1996) defende a contextualização no contexto escolar e passa a apostar em uma compreensão dos conhecimentos para uso cotidiano. Além disso, os PCN's (BRASIL, 2000), que são guias norteadores para as escolas e professores, estruturam-se sobre dois eixos principais: a interdisciplinaridade e a contextualização. Desse modo, segundo a LDB (BRASIL, 1996) e com a reforma da Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2013), fica determinado que a prática educacional precisa de um tratamento metodológico que evidencie ainda mais os dois eixos citados anteriormente. Assim, as atuais Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN, 2013) determinam que, para ser interdisciplinar, o currículo deve realizar o entrecruzamento de saberes disciplinares e, para ser **contextualizado**, ele deve desenvolver projetos que se pautem na realidade dos alunos e, portanto, propulsionem uma aprendizagem de fato significativa (BRASIL, 2013).

De acordo com o dicionário Dicio (2018), contextualizar significa “mostrar as circunstâncias que estão ao redor de um fato, acontecimento ou situação”, e assim, ao contextualizar as aulas, o professor consegue construir para o aluno um ambiente no qual suas experiências ou futuras experiências se concretizam, pois são utilizados os fatores externos do cotidiano em que ele está inserido e trazidos para a aula, num exercício.

Por sua vez, o Ministério da Educação define que:

A contextualização [...] garante estratégias favoráveis à construção de significações. Um plano de curso elaborado em consonância com o território e o contexto no qual a instituição educacional está inserida e com a realidade do estudante e do mundo do trabalho possibilita, sem dúvida, a realização de aprendizagens que façam sentido para o educando. Essa contextualização é de fundamental importância para o próprio processo de aprendizagem, integrando efetivamente a teoria à vivência da prática profissional (BRASIL, 2013, p. 245).

Quando estabelecemos relações de experiência aos alunos saímos do desenvolvimento tradicional e levamos nossos discentes a pensar, refletir e agir sobre determinado assunto, dando a eles oportunidade de uma atuação ativa, dentro de suas vivências.

Para Vasconcellos (2008),

[...] contextualizar é apresentar em sala de aula situações que deem sentido aos conhecimentos que desejamos que sejam aprendidos, por meio da problematização, resgatando os conhecimentos prévios e as informações que os alunos trazem, criando, dessa forma, um contexto que dará significado ao conteúdo. (VASCONCELLOS, 2008, p. 49).

Para Moreira e Candau (2007), contextualizar evita a transmissão mecânica de um conhecimento que termina por obscurecer o seu caráter provisório e que não leva ao envolvimento ativo do estudante no processo de aprendizagem; desse modo, implica-se conferir significado a fatos, fenômenos, conhecimentos e práticas que sejam da realidade do aluno.

Ainda, segundo o Ministério da Educação,

As instituições internacionais de Educação Profissional nos têm ensinado que a melhor maneira para desenvolver os saberes profissionais dos trabalhadores está na sua inserção nas várias dimensões da cultura, da ciência, da tecnologia e do trabalho, bem como de sua contextualização, situando os objetivos de aprendizagem em ambiente real de trabalho. Esta perspectiva indica que é errada a orientação para planejar as atividades educacionais primeiramente para se aprender teoricamente o que terão de colocar em prática em seus futuros trabalhos. Ao contrário, o que se exige é o desenvolvimento de metodologias de ensino diferenciadas, garantindo o necessário “pluralismo de ideias e de concepções pedagógicas” (inciso II do art. 3º da LDB) e que relacionem permanentemente “a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina” (inciso IV do art. 35 da LDB) (BRASIL, 2013, p. 212).

Sendo assim, a contextualização foi vista como uma estratégia de desenvolvimento do conceito, fazendo com que o currículo contextualizado passe uma imagem da própria vida do sujeito, uma aprendizagem extraída das diversas situações encontradas. Nesse viés, a escola cria projetos que vão ao encontro das características dos alunos, despertando seu interesse ao ensino.

O artigo 28º da LDB (BRASIL, 1996) indica como isso pode ser feito e expõe que os sistemas de ensino deverão promover as adaptações necessárias à sua

adequação. Isso significa que o ensino deve levar em conta o cotidiano e a realidade de cada região e as experiências vivenciadas pelos alunos, bem como quais serão suas prováveis áreas de atuação profissional, considerando o contexto dos estudantes. Essas preocupações já são observadas pelo SENAI, tendo em vista que a instituição abre seus cursos após uma extensa pesquisa de negócio, que lhe informa quais as peculiaridades e necessidades de cada região.

Assim, para que todo esse processo de contextualização ocorra e o aluno sinta também prazer e gosto pelo conhecimento, entendendo sua importância e seu significado naquele contexto, o professor precisa estabelecer claramente de qual forma o fará e qual o tratamento a ser dado ao conteúdo que será ensinado, para então tomar as decisões didáticas e metodológicas necessárias para que o ambiente de aprendizagem contextualizada seja de fato eficaz.

No que diz respeito ao ensino de matemática, a contextualização da disciplina significa que o conhecimento precisa estar ligado ao cotidiano do aluno, dando um maior significado àquilo que será aprendido. Para tal acontecimento é necessário que o professor crie situações relacionadas ao dia a dia dos alunos e os faça interagir ativamente, aproximando-os do conhecimento científico. Isso sempre será possível, pois existem inúmeros campos e contextos de experiências vivenciadas pelos alunos e pela escola que, se utilizados, darão vida e maiores significados ao conhecimento.

Uma aula contextualizada leva o aluno a interagir com o que está sendo ministrado [...] aprendizagem é associada à preocupação em retirar o aluno da condição de espectador passivo. [...] É preciso fazer os alunos verem a matemática na vida real, [...] ligar a matemática que se estuda nas salas de aula com a matemática do cotidiano. (SOUZA, 2009, p. 15).

Desse modo, a ideia da contextualização requer a intervenção do estudante e do professor em todo o momento do processo de aprendizagem, fazendo as devidas conexões entre os conhecimentos adquiridos sob o senso comum ou cientificamente. O docente, por sua vez, dá ao aluno um papel central, tornando - o protagonista da sua aprendizagem. Vale ressaltar que para Tufano (2001) a contextualização é um ato particular. Cada indivíduo contextualiza de acordo com suas origens e suas raízes, bem como de acordo com seu modo de ver as coisas, cada qual com a sua maneira de aderir à contextualização.

5 METODOLOGIA

A atual pesquisa possui caráter qualitativo, de análise interpretativa dos eventos retratados nos dados obtidos mediante instrumentos de coleta como questionários, que em fase inicial deram base para o pesquisador identificar os principais conteúdos matemáticos dos quais os alunos mais se queixavam e apresentavam dificuldades e em fase processual, de aplicação e validação do Produto Educacional para saber se o material atendia, em sua elaboração, planejamento e execução, as *expectativas dos estudantes*⁵; e em gravações de áudios e observação por parte do professor-pesquisador, com o intuito de preservar a memória dos fatos ocorridos durante a coleta e fornecer veracidade à análise dos resultados.

A pesquisa qualitativa, de acordo com Minayo (2010 apud MARTINS; RAMOS, 2013, p.10), “busca questões muito específicas e pormenorizadas, preocupando-se com um nível da realidade que não pode ser mensurado e quantificado”. Este tipo de pesquisa é muito utilizada em pesquisas educacionais – como este trabalho – por isso, que ela age com base em significados, razões, desejos, valores e atitudes, todas características subjetivas que não podem ser mensuradas.

Bogdan e Biklen (1994) defendem que a investigação qualitativa possui cinco características, não sendo necessário possuir todas para ser considerada pesquisa qualitativa. As cinco características apontadas pelos autores são:

1ª) A fonte dos dados é o ambiente natural:

O pesquisador gasta grandes quantidades de tempo em escolas, com famílias, em bairros, entre outros locais, buscando compreender questões educativas. Assim, os dados são obtidos de diversas formas, por meio de áudio, vídeo ou anotações. O pesquisador tem a consciência de que o comportamento humano é influenciado pelo contexto, no qual os sujeitos estão inseridos;

2ª) Os dados colhidos são descritivos:

O pesquisador analisa-os de forma minuciosa e preocupa-se com os detalhes, entre eles, as transcrições de entrevistas, as anotações, as fotografias, os vídeos, os registros e os documentos que fazem parte dos dados obtidos. Deste

⁵ Em trabalhar conteúdos teóricos aplicados à prática dos alunos.

modo, o pesquisador busca analisar esses dados em toda sua complexidade, e os respeita quanto à forma como foram colhidos;

3ª) O interesse maior na pesquisa está no processo e não no resultado:

As questões de pesquisa são muitas vezes, explicitadas no decorrer da investigação, fornecendo indícios ao seu sucesso;

4ª) Tendência em analisar os dados de forma indutiva:

Os conceitos são construídos a partir dos dados que são colhidos e agrupados por suas semelhanças, de forma que eles não são obtidos com o objetivo de confirmar ou não hipóteses construídas previamente;

5ª) O significado é de suma importância nesse tipo de abordagem:

Leva-se em consideração o ponto de vista dos sujeitos de pesquisa, atribui-se importância à interpretação, à realidade, ao contexto e à visão de mundo dos sujeitos de forma mais fiel possível.

Assim, será possível perceber – nas seções posteriores – a presença dessas características, que auxiliará o professor-pesquisador a analisar os dados obtidos, a luz da metodologia de uma pesquisa qualitativa.

5.1 Definição das situações desafiadoras – Elaboração

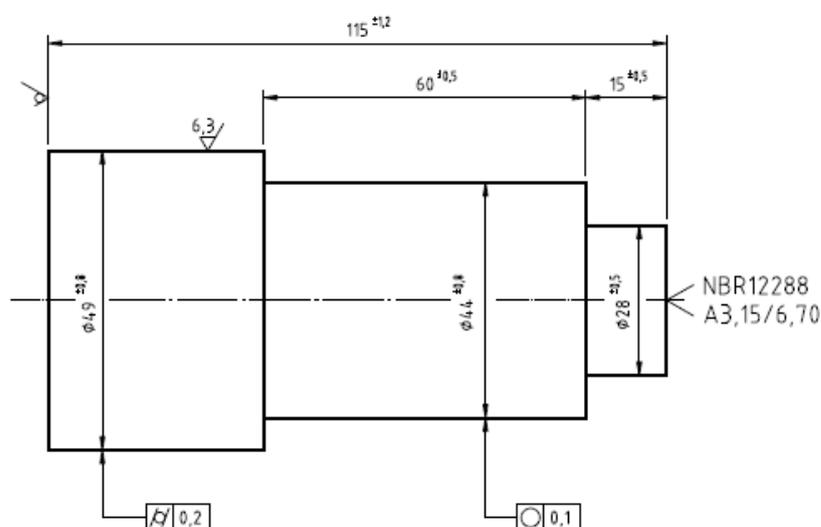
Os participantes da pesquisa foram 24 alunos, todos na faixa etária entre 14 e 17 anos, regularmente matriculados no curso de Aprendizagem Industrial – Mecânico de Usinagem, ofertado por uma das escolas do SENAI localizada na região central do interior do estado de São Paulo, que compõe a GR3 (Gerência Regional 3).

Inicialmente foi proposto aos alunos a aplicação de um questionário (apêndice A) cujas repostas estão na forma de quadros (apêndice B), que tinha por objetivo efetuar o levantamento dos principais assuntos matemáticos nos quais os estudantes pudessem ter mais dificuldade quando relacionados à execução das peças de um caminhão betoneira produzidas por eles na unidade curricular Prática Profissional.

Desse modo, com base nas respostas da primeira questão do questionário inicial é que o professor-pesquisador definiu qual seria a área matemática de estudo e quais seriam as *situações desafiadoras*⁶ desenvolvidas no material aplicado.

Questão 1: *Quais conteúdos matemáticos poderiam ser explorados previamente para usinar esta peça?*

Figura 3 – Eixo cilíndrico de três corpos



Fonte: SENAI (1999, p. 22).

Dentre as respostas apresentadas pelos sujeitos de pesquisa, destaca-se como fator norteador a trigonometria aplicada à usinagem, pois ela por si só trabalhará todas as operações básicas de adição, subtração, multiplicação e divisão, como também os cálculos de RPM (Rotações por Minutos) e avanço, conteúdos matemáticos citados pelos alunos que poderiam causar tamanha preocupação, já que sua finalidade é de utilizar tais operações como recurso para realizar suas atividades no maquinário de usinagem.

⁶ São situações que permitem ao aluno lidar com o novo e crescer em autonomia (SENAI, 2009).

5.2 Aplicação do material

O material trabalhado com os alunos foi elaborado sistematicamente para uma abordagem em três seções. A primeira seção – Trigonometria – retoma conceitos fundamentais que dará suporte ao aluno para aplicação em sua prática profissional. Nessa seção trabalhou-se classificação dos triângulos perante os seus lados e seus ângulos, bem como o Teorema de Pitágoras aplicado à área mecânica. A segunda seção – Relações Trigonométricas – reforça a ideia das relações de seno, cosseno e tangente que, aplicadas no triângulo retângulo, ajudará o aluno a encontrar medidas desconhecidas no desenho, mas que são necessárias para a usabilidade de uma peça. Por fim, a terceira seção – Cálculos Operacionais – trabalha cálculos de RPM (Rotações Por Minuto) e Velocidade de Corte, que possuem papel fundamental na hora de usinar uma peça, tendo em vista que se tais cálculos estiverem bem planejados, não haverá danificação nem perda de peças e ferramentas e o aluno conseguirá dar um acabamento melhor aos produtos produzidos.

Desse modo, no que se refere à contextualização, essa proposta rompe com o paradigma das unidades curriculares abordadas de forma isolada. Esse rompimento contribui de forma expressiva para a prática pedagógica, enriquecendo o desenvolvimento de projetos interdisciplinares, de pesquisas, de resolução de situações-problema e de desafios reais do mundo do trabalho.

Assim, após a aplicação do questionário inicial, que tinha como objetivo levantar os conteúdos matemáticos prévios para o processo de usinagem, deu-se início a aplicação da primeira seção da unidade didática, que teve duração de 8 aulas, seção denominada por Trigonometria. Nela o assunto tratado foi a nomenclatura dos termos que envolvem um triângulo retângulo, bem como o Teorema de Pitágoras e algumas de suas aplicações. Apesar do assunto não ser novo aos alunos, pôde-se perceber que houve muita dificuldade em visualizar o triângulo retângulo, bem como identificar a hipotenusa e seus catetos. Além disso, os alunos, nessa aula, ainda intimidados, resolveram os problemas propostos de forma totalmente mecânica, sem ao menos trocarem experiências ou conclusões

entre si. Eles só começaram a ficar mais à vontade quando o professor pediu para que relatassem em voz alta seus respectivos fazeres.

Posteriormente, foi aplicada a segunda seção da unidade didática, intitulada Relações Trigonométricas. A aplicação dessa seção teve duração de dezesseis aulas e retratava as relações trigonométricas seno, cosseno e tangente que podem ser usadas para a descoberta de medidas desconhecidas de um triângulo retângulo. Um dos alunos reclamou dizendo que os exercícios aplicados eram os que a sala mais tinha apresentado dificuldades quando trabalhados nas aulas teóricas. Entretanto, quando o estudante foi questionado se isso era ruim, a resposta foi negativa, afirmando ser desafiador, dando a oportunidade de o aluno refletir sobre o que não foi desenvolvido anteriormente. Contudo, as dificuldades se mantiveram e três alunos trocaram as relações de tangente por não conseguirem visualizar o triângulo retângulo na situação proposta. Aliás, essa foi outra situação muito presente nos erros dos alunos: a visualização. Todavia, ao iniciar a aplicação dessa seção, foi dito aos alunos que eles poderiam discutir seus feitos entre os pares; sendo assim, eles conseguiram desenvolver as atividades propostas de forma mais rápida, já que a discussão permitiu algumas visualizações que sozinhos eles não fizeram. Por fim, foi pedido que colocassem suas respostas e construções no quadro branco, a fim de compartilhar todas as possíveis ideias e formas de resolução encontradas.

No último momento, deu-se início à aplicação da terceira seção da unidade didática, intitulada Cálculos Operacionais, que teve duração de seis aulas. Nessa parte os alunos não demonstraram dificuldades em realizar os cálculos, tendo em vista que estes já haviam sido trabalhados em outras unidades curriculares. Os estudantes já estavam mais à vontade com as atividades propostas pelo professor, já sentaram em duplas e resolveram coletivamente os problemas propostos. Vale ressaltar que os alunos, na fase final, conseguiram identificar relações que haviam sido trabalhadas com eles em momento diferente daquele de aplicação do Produto Educacional. Um exemplo é: quanto menor for o diâmetro da peça, maior será o RPM, ou seja, grandezas inversamente proporcionais (conteúdo abordado nas apostilas adotadas pelo SENAI já trabalhadas no semestre anterior à aplicação da unidade didática).

5.3 Avaliação

Para que uma situação-problema proposta aos alunos seja de fato compreendida e para que os resultados esperados no cenário de uma situação de aprendizagem sejam atingidos, o DITEC 008 – oitavo documento Norteador da Prática Pedagógica que trata do Planejamento de Ensino e Avaliação do Rendimento Escolar emitido pela Diretoria Técnica – cria e define critérios de avaliação como padrões que determinam o alcance dos objetivos ou desempenhos desejáveis, constituindo-se em parâmetros de julgamento das decisões educacionais que garantem a qualidade do processo formativo (SENAI, 2009). Assim, para que os critérios contemplem a construção das competências requeridas em plano de curso e devam aferir o aprendizado do aluno a fim de ter os objetivos alcançados, eles se dividem em duas categorias: critérios de avaliação críticos e critérios de avaliação desejáveis.

De acordo com o postulado em SENAI (2009), critérios de avaliação críticos são aqueles que são essenciais, pois se constituem em pré-requisitos para situações de aprendizagem seguintes, por isso devem ser aprendidos durante o desenvolvimento de uma determinada situação de aprendizagem.

Desse modo, o professor-pesquisador elegeu como critérios de avaliação críticos perante a atividade proposta os seguintes itens:

Quadro 5 – Critérios de avaliação críticos

| |
|--|
| Utilizar as operações básicas de forma adequada na resolução do problema. |
| Efetuar os cálculos aplicando os conceitos matemáticos para figuras geométricas. |
| Efetuar os cálculos com diferentes ângulos. |
| Efetuar os cálculos aplicando os conceitos matemáticos para sólidos geométricos. |
| Identificar as relações trigonométricas. |
| Efetuar os cálculos aplicando as relações trigonométricas. |
| Resolver o problema apresentado. |

Apresentar todas as *cotas*⁷ necessárias para usinar o eixo em questão.

Fonte: Autoria própria.

Ainda nesse viés, segundo SENAI (2009), os critérios de avaliação desejáveis são aqueles que, por serem complexos e exigirem mais tempo para serem aprendidos, são propostos ao longo do desenvolvimento de distintas situações de aprendizagem. Embora o seu desenvolvimento seja avaliado, o desempenho do aluno na próxima situação de aprendizagem não depende de seu alcance nesse momento.

Desse modo, numa tentativa de aproximar um pouco mais a teoria da prática, o professor-pesquisador considerou como critérios de avaliação desejáveis perante a atividade proposta os seguintes itens:

Quadro 6 – Critérios de avaliação desejáveis

Apresentar o desenho utilizando normas e simbologias referentes à área de usinagem.

Identificar triângulos retângulos para aplicação dos conceitos matemáticos.

Criar outras estratégias de resolução do problema proposto.

Manter limpo e organizado todo o ambiente de trabalho.

Fonte: Autoria própria

Assim, para avaliar a unidade didática o professor-pesquisador fez uso desses critérios de avaliação críticos e desejáveis, a fim de desenvolver os fundamentos técnicos que os alunos deveriam possuir no final da aplicação, como efetuar operações básicas da matemática e cálculos com figuras geométricas aplicando a trigonometria (SENAI, 2017).

⁷ Números, em milímetros, que representam a medida do desenho.

5.4 Validação

Pode-se entender que a reflexão é um processo por meio do qual o indivíduo atribui significados desenvolvendo padrões de comportamento que direcionam suas ações a partir do confronto de novas experiências com experiências já vivenciadas (SILVA, 2009). Assim, para validar a unidade didática proposta, o professor-pesquisador se apoiou nos depoimentos relatados pelos alunos e aplicou um questionário de encerramento (apêndice C), de modo que os levassem a um pensamento reflexivo a respeito da qualidade das situações-problema que lhes foram colocadas.

6 ANÁLISE DOS DADOS

A análise dos dados foi desenvolvida em três etapas. A primeira delas corresponde à observação feita pelo professor-pesquisador enquanto os alunos respondiam as atividades propostas a eles. As falas dos alunos foram gravadas durante as aulas a fim de preservar a memória dos fatos, bem como as discussões ocorridas em sala. Na sequência foi feita uma análise desse material para identificar a quantidade de alunos que atingiram os critérios críticos e desejáveis (quadros 5 e 6 do capítulo anterior), com a intenção de avaliar a unidade didática. Por fim foi realizada a análise dos depoimentos e das respostas obtidas no questionário de encerramento, preenchido pelos alunos, para validar a relevância de um produto com situações contextualizadas aos seus cotidianos.

6.1 Observação

Essa etapa consistiu na explanação do conteúdo de trigonometria e na observação por parte do professor-pesquisador das falas dos alunos durante o processo de ensino e aprendizagem, ou seja, durante todos os momentos em que o professor fazia a *transposição*⁸ do conteúdo matemático e enquanto os alunos, de forma engajada, sentiam-se à vontade para responder as atividades propostas na unidade didática (Apêndice E).

Inicialmente os alunos, um pouco dispersos, não deram tanta importância à atividade proposta. Com a intenção de envolver mais os sujeitos, o professor pedia para que eles relatassem em voz alta o que estavam compreendendo a respeito do conteúdo. A cada aplicação do material, os alunos se envolviam progressivamente com as atividades propostas, como se uma inquietude neles os motivassem a responder os problemas apresentados.

Para Gasparin (2002), o educando deve ser mobilizado e sensibilizado para assim perceber alguma relação entre o conteúdo e a sua vida cotidiana, bem como com suas necessidades, problemas e interesses. Assim, nota-se que os alunos se sentiram desafiados a responderem as atividades propostas, pois visualizaram no material a contextualização não vista antes da teoria com a prática, uma vez que ela

⁸ Explanação didática adotada pelo professor para explicar os conceitos matemáticos.

não está presente em nenhum material que dava suporte ao docente da unidade curricular Matemática Aplicada.

Foi então que a participação se tornou mais efetiva e os próprios alunos pediam ao professor para explanar suas descobertas e registrá-las no quadro branco, compartilhando-as com seus pares, atitude jamais tomada por alguns deles durante as aulas regulares sob responsabilidade do professor-pesquisador.

6.2 Análise dos critérios de avaliação críticos e desejáveis

À luz da Metodologia SENAI de Educação Profissional, foram criados pelo professor-pesquisador – com base nas exigências do plano de curso (SENAI, 2017) – critérios de avaliação que servem de norteadores para a prática docente e que deverão ser alcançados pelos alunos.

Com base nesses critérios – já enunciados no capítulo 5 deste trabalho – o professor-pesquisador passou a ter referenciais para que pudesse avaliar a aplicação do material, bem como a obtenção dos resultados. Assim, como sugerido pela metodologia adotada pela escola, os vinte e quatro alunos – totalizando 100% dos envolvidos – atingiram os critérios críticos de avaliação. Tais indícios foram considerados por meio da observação e notação sistemática do professor quanto ao desempenho dos estudantes durante o processo de desenvolvimento das aulas, especialmente no momento da aplicação das atividades.

Contudo, nota-se que alguns indícios foram fundamentais para alcançar o percentual atingido pela turma no que diz respeito aos critérios de avaliação críticos, dentre eles, algumas falas dos alunos. Designou-se A1 (aluno 1), A2 (aluno 2) e assim sucessivamente até A24 (aluno 24), com a finalidade de preservar a suas identidades.

Quadro 7 – Indícios que validam os critérios de avaliação críticos

| Critérios de Avaliação | Indícios de Aprendizagem |
|---|---|
| Utilizar as operações básicas de forma adequada na resolução do problema | Durante a aplicação do material o professor-pesquisador fez uso da observação e passou nas carteiras dos alunos, verificando os registros apresentados por eles. Alguns |

| | |
|--|--|
| | faziam uso da calculadora científica para certificar se seu cálculo estava correto, mas ainda que utilizando este recurso, mostrava possuir domínio das operações básicas (adição, subtração, multiplicação e divisão) com a finalidade de resolver problemas, tendo em vista, que a sequência lógica equacionada por eles, apresentava a resolução correta. |
| Efetuar os cálculos aplicando os conceitos matemáticos para figuras geométricas | A15: <i>“agora que vi o triângulo retângulo no desenho, consigo calcular o que “tá” pedindo.”</i> |
| Efetuar os cálculos com diferentes ângulos | Observação por parte do professor-pesquisador, que passou nas carteiras dos alunos verificando se eles identificavam os ângulos necessários para os cálculos. |
| Efetuar os cálculos aplicando os conceitos matemáticos para sólidos geométricos | A10: <i>“vi a peça em 3D e consegui planificar para aplicar esta trigonometria, o que antes eu não conseguia.”</i> |
| Identificar as relações trigonométricas | A6: <i>“depois de várias aulas e com a ajuda do meu colega, consegui identificar quando uso seno, cosseno ou tangente.”</i> |
| Efetuar os cálculos aplicando as relações trigonométricas | A6: <i>“depois de identificado, calcular as razões trigonométricas fica fácil.”</i> A18: <i>“também! Muitas vezes é só dividir um número por outro.”</i> A12: <i>“nem sempre, às vezes temos que passar multiplicando também.”</i> |
| Resolver o problema apresentado | A9: <i>“professor! Conseguimos resolver o problema, posso colocar na lousa?”</i> |

| | |
|---|--|
| <p>Apresentar todas as cotas necessárias para usinar o eixo em questão</p> | <p>Após passar em todas as carteiras e analisar os materiais dos sujeitos, foi possível verificar que os vinte e quatro alunos representaram as cotas necessárias para usinar o eixo em questão.</p> |
|---|--|

Fonte: Autoria própria.

Desse modo, as falas dos alunos, além de fortalecerem os critérios elegidos pelo professor-pesquisador, realçaram os norteadores adotados pela nova metodologia (Quadro 1). Segundo A9, o professor não é aquele que apenas expõe o conteúdo, pois nesse momento passa a ter papel de mediador, tendo em vista que o professor ouve mais as contribuições realizadas pelo seu aluno e cria oportunidades para que ele possa continuar o seu trabalho sozinho, assim, o professor não sai de cena, mas também não assume o papel de protagonista. Em suas falas, A6, A10, A12, A15 e A18 reforçam a ideia do conteúdo voltado a fundamentos técnicos ou capacidades técnicas, bem como a construção de um perfil profissional sob a lógica de competências.

Já quanto aos critérios de avaliação desejáveis, quanto a *Apresentar o desenho utilizando normas e simbologias referentes à área de usinagem*, foi observado que durante a discussão dos resultados no quadro, somente 33% dos envolvidos (oito alunos) apresentaram corretamente o desenho com suas respectivas cotas; os demais não fizeram a simbologia e a representação adequada para um plano de trabalho utilizado na prática profissional. No critério *Identificar triângulos retângulos para aplicação dos conceitos matemáticos*, durante a observação e o andar pela sala por parte do professor-pesquisador, foi possível notar que ainda existe certa dificuldade quanto à identificação; sendo assim, 17% dos alunos (quatro alunos) não conseguiram visualizar e identificar no desenho um triângulo retângulo para aplicação do conteúdo matemático já aprendido anteriormente.

Já no critério *Criar outras estratégias de resolução do problema proposto*, apesar de três alunos terem relacionado os conteúdos abordados no material de trigonometria com o conteúdo de Grandezas Diretamente e Inversamente Proporcional já trabalhado em aula, nenhum aluno apresentou estratégia diferente

da planejada pelo professor-pesquisador para a realização das atividades propostas. Por fim, com base nas observações do ambiente de trabalho (sala de aula) do professor-pesquisador, o único critério desejável atingido pela totalidade da turma (vinte e quatro alunos) foi *Manter limpo e organizado todo o ambiente de trabalho*, pois esse quesito é uma norma já adotada pela instituição e exposta aos alunos logo que entram na escola, no Guia de Orientações ao Aluno. Sendo assim, organização e limpeza são práticas comuns a todos os alunos, mesmo sendo avaliados constantemente.

Contudo, a metodologia SENAI de Educação Profissional, defende que os critérios desejáveis de avaliação não precisam ocorrer necessariamente no momento da aplicação de situações de aprendizagem de unidades curriculares do módulo básico do curso, pois esses critérios serão novamente trabalhados em algumas aplicações de unidades curriculares do módulo específico do curso, e lá deverão assumir o papel de critérios críticos de avaliação.

6.3 Análise das respostas do questionário de encerramento

Após a aplicação do questionário de encerramento (ver apêndice C), preenchido por vinte e dois alunos da turma (dois alunos faltaram no dia da aplicação), foi feita a análise das respostas obtidas, ainda permanecendo com as designações A1 (aluno 1), A2 (aluno 2) e assim sucessivamente até o A22 (aluno 22).

KUPFER (1995) acredita que o processo de aprendizagem depende apenas da razão que motiva a busca de conhecimento por parte dos envolvidos. Dessa maneira, a primeira questão do questionário de encerramento teve por intuito entender o que mobilizou os alunos a desenvolverem as atividades propostas.

Quadro 8 – Respostas da 1ª questão do questionário de encerramento

| <u>Questão 1:</u> Qual fator motivador o levou a participar e desenvolver as tarefas propostas? | |
|--|---|
| A1 | <i>“a ideia de um novo modelo de apostila proposta pelo instrutor antes do início das tarefas.”</i> |

| | |
|-----|--|
| A2 | <i>“todo o conteúdo proposto pelo professor são atividades cotidianas, isso ajuda muito, tanto agora quanto futuramente, isso motiva bastante, pois vai facilitar meu trabalho.”</i> |
| A3 | <i>“o uso da teoria junto com a prática.”</i> |
| A4 | <i>“o ensino fácil de entender e os exercícios que eram relacionados realmente à profissão.”</i> |
| A5 | <i>“compreender melhor os conceitos matemáticos, colocando em exemplos vivenciados no SENAI. E ajudar um professor muito legal.”</i> |
| A6 | <i>“melhorar os conhecimentos nos materiais propostos pelo professor e ajudá-lo com sua pesquisa.”</i> |
| A7 | <i>“primeiramente porque eu gosto de matemática e como era algo para ajudar alguém, sempre estou disposto.”</i> |
| A8 | <i>“o fator que motivou a participar, além de ajudar um professor com seu mestrado, eu entendo a necessidade de técnicas mais atualizadas para futuros alunos do SENAI, tendo assim mais pessoas capacitadas, ou no caso, com a capacitação adequada.”</i> |
| A9 | <i>“além de ajudar a pesquisa do professor, participei por causa do conhecimento a mais que eu adquiri e que é mais útil na oficina.”</i> |
| A10 | <i>“complementar o conteúdo da matéria dada em sala.”</i> |
| A11 | <i>“foi a revisão de matérias em que já estudamos.”</i> |
| A12 | <i>“adquirir conhecimento importante para o decorrer do curso.”</i> |
| A13 | <i>“para aprimorar meus conhecimentos.”</i> |
| A14 | <i>“para que eu possa aprender mais, fora que eu gosto um pouco de matemática.”</i> |

| | |
|-----|--|
| A15 | <i>“a matéria que aprendemos iremos usar muito no nosso dia a dia e era uma matéria que eu tinha dificuldades e agora consigo fazer.”</i> |
| A16 | <i>“perceber onde os cálculos matemáticos influenciam no meu curso.”</i> |
| A17 | <i>“para eu aprimorar os meus conhecimentos sobre as matérias apresentadas.”</i> |
| A18 | <i>“foi o fato de agregar um conhecimento a mais em minha profissão.”</i> |
| A19 | <i>“os conteúdos/exercícios se mostraram agentes facilitadores para compreender a prática.”</i> |
| A20 | <i>“entender melhor alguns conteúdos já passados, ajudar o professor no questionamento e aprimorar o conhecimento sobre assuntos importantes do curso, como a usinagem de uma peça.”</i> |
| A21 | <i>“adquirir mais conhecimentos da minha área e ajudar o professor com sua pesquisa”.</i> |
| A22 | <i>“ajudar o professor com seu compromisso, adquirir e relembrar alguns conteúdos.”</i> |

Fonte: Autoria própria.

Para Moraes (2003) a análise textual qualitativa, mostra um processo de comparação constante entre as unidades de análise, que faz com que o pesquisador organize um conjunto de elementos semelhantes, geralmente baseado em seu conhecimento tácito. Esse é um processo indutivo, que parte do particular ao geral, resultando no que é denominado por categorias emergentes.

Assim, para a análise das respostas fornecidas pelos participantes da pesquisa, foram elaboradas quatro categorias (Criação de um novo modelo de apostila; Relação Teoria e Prática; Melhoria do conhecimento; Ajudar o professor) que pudessem por similaridade das respostas, classificá-las em função da atividade que possibilitou o envolvimento dos estudantes a partir da aplicação do produto educacional. Assim, as categorias elaboradas pelo professor-pesquisador surgiram dos depoimentos dos alunos, considerando-se o “teor” (essência das respostas

fornecidas pelos participantes da pesquisa), associado à frequência em que essas respostas apareciam assemelhando-se umas às outras, o que configurou os resultados que seguem.

Quando aparece no resultado a Criação de um novo modelo de apostila, pode-se notar que apenas um aluno (A1) declarou se mobilizar por esse quesito, esperando uma reformulação, ou até mesmo uma atualização dos materiais já existentes, apoiando-se na necessidade de um novo modelo apostilado a ser adotado pela instituição.

Já na Relação Teoria e Prática, sete alunos (A2, A3, A4, A8, A9, A15 e A19) revelam em suas respostas que atendem a essa categoria, dando importância à inserção de atividades contextualizadas – aporte teórico desta pesquisa – voltadas ao cotidiano vivenciado por eles.

Quanto à Melhoria do conhecimento, nota-se que treze respostas (A5, A6, A10, A11, A12, A13, A14, A16, A17, A18, A20, A21 e A22) configuram essa categoria, demonstrando a preocupação que os alunos possuem em sanar dificuldades ainda não superadas, seja de conteúdos já vistos ou que ainda estão por vir.

Por fim, pôde-se notar que Ajudar o professor em sua pesquisa, depositando um grau de sentimento e relacionamento com o pesquisador, foi o fator motivador de oito alunos (A5, A6, A7, A8, A9, A20, A21 e A22), que, ao mesmo tempo em que pode ser considerado positivo, já que trabalhar com alguém com quem o aluno já possui afinidade o deixa mais à vontade, pode também ser interpretado de forma negativa, tendo em vista que o sentimento de pertinência (quando o indivíduo se sente parte daquilo que lhe foi proposto a resolver) que o aluno deveria possuir ao tentar solucionar problemas de seu cotidiano fica camuflado pelo sentimento de não querer decepcionar alguém de quem ele goste.

Em seguida, os alunos foram levados à reflexão sobre o trabalho desenvolvido, tomando por base as questões apresentadas no questionário inicial, que norteou a elaboração das atividades do professor-pesquisador, escolhas estas vinculadas ao produto educacional.

Quadro 9 – Respostas da 2ª questão do questionário de encerramento

| <u>Questão 2:</u> Com base no questionário inicial, suas expectativas perante o material foram atingidas? Justifique sua resposta. | |
|---|--|
| A1 | <i>“sim, todas as atividades apresentadas no material constaram operações e cálculos já vistos em minha experiência ou na criação de planos de trabalho.”</i> |
| A2 | <i>“sim, pois passei a entender melhor questões cotidianas em que preciso lidar.”</i> |
| A3 | <i>“sim, pois foi adaptado ao que foi pedido/sugerido pelos alunos; teve a introdução da matéria, exercícios, exemplos e a peça em 3D (como ficaria).”</i> |
| A4 | <i>“sim, até me surpreendi, pois o material trouxe uma abordagem muito fácil de compreender.”</i> |
| A5 | <i>“sim, todos os assuntos tratados foram atingidos. Principalmente as relações trigonométricas.”</i> |
| A6 | <i>“sim, pois ele trouxe passo a passo todas as operações matemáticas, sendo bem explicado.”</i> |
| A7 | <i>“sim, porque de certo modo foi importante para o nosso aprendizado e para tirar algumas dúvidas.”</i> |
| A8 | <i>“não, apesar de o material estar completo, senti falta de alguns materiais iniciais e essenciais ao curso.”</i> |
| A9 | <i>“eu acho que sim, não lembro exatamente do questionário inicial, mas aprendi muito com esse material, como aplicar meus conhecimentos nas peças que produzo.”</i> |
| A10 | <i>“sim, pois o material utilizado estava bem resumido e de fácil entendimento.”</i> |
| A11 | <i>“sim, consegui ter uma experiência ótima.”</i> |

| | |
|-----|--|
| A12 | <i>“sim, senti que o material estava ligado ao curso de mecânico de usinagem, assim nos fazendo ter mais conhecimento e maior compreensão para o curso.”</i> |
| A13 | <i>“sim, propôs atividades da área com um ótimo material.”</i> |
| A14 | <i>“foram, pois eu consegui aprender um pouco mais.”</i> |
| A15 | <i>“sim, pois envolveu o que usamos na oficina e detalhou melhor a matéria.”</i> |
| A16 | <i>“sim, pois o questionário foi bem objetivo.”</i> |
| A17 | <i>“sim, tirou várias dúvidas que eu tinha sobre alguns conteúdos com o uso desse material, que não seria tirada no material normal.”</i> |
| A18 | <i>“sim, esclareceram algumas dúvidas minhas.”</i> |
| A19 | <i>“sim, o conteúdo foi relacionado ao dia a dia, esclarecendo dúvidas práticas e facilitando a compreensão teórica.”</i> |
| A20 | <i>“sim, dúvidas foram tiradas de uma maneira bem interessante de se aprofundar em assuntos já conhecidos.”</i> |
| A21 | <i>“sim, muitas dúvidas foram tiradas e o conteúdo estava bem completo.”</i> |
| A22 | <i>“foram sim, algumas dúvidas foram tiradas e o conteúdo estava bem completo.”</i> |

Fonte: Autoria própria.

Desse modo, vinte e um alunos, ou seja, 95% dos sujeitos consideram que suas expectativas iniciais foram atingidas e voltam a atribuir valor aos conceitos matemáticos que eles já tinham visto e nos quais ainda poderiam ter dúvidas, sendo somente agora assimilados. O resultado também reflete a importância de contextualizar um material teórico com a prática vivenciada, reforçando a ideia da criação do grupo *Relação Teoria e Prática* adotada pelo professor-pesquisador na análise da questão anterior (questão 1 do questionário de encerramento).

Vale destacar que, em depoimento dado durante as aulas, A4 demonstrou estar bem surpreso com o material utilizado, pois a linguagem adotada em algumas literaturas didáticas às vezes é bem complexa, ao contrário da linguagem usada na sequência proposta pela unidade didática, o que a tornou mais acessível, segundo seu relato.

Como observado, apenas um aluno (A8) se mostrou contrário à superação de suas expectativas, ou seja, não teve suas expectativas atingidas, uma vez que para ele o material deveria conter assuntos vistos como básicos perante a matemática, ainda que ele próprio reconheça não ser básico para todos. Quando questionado pelo professor sobre quais conteúdos eram esses, em depoimento, o aluno relata a importância de rever antes de qualquer assunto um breve resumo dos conjuntos numéricos com a turma, pois só assim eles ficariam menos dependentes de recursos como a calculadora científica.

Já na terceira pergunta do questionário de encerramento, o professor-pesquisador buscava entender se os alunos conseguiam visualizar uma relação entre os conteúdos trabalhados e aqueles vivenciados em seu dia a dia, ou seja, se foi possível visualizar a contextualização preterida pela unidade didática proposta.

Quadro 10 – Respostas da 3ª questão do questionário de encerramento

| Questão 3: Na sua opinião, o material desenvolvido conseguiu vincular relação entre Teoria e Prática? Justifique sua resposta. | |
|---|--|
| A1 | <i>“sim, afinal como citado na resposta anterior as contas apresentadas como exercício no material já foram vistas em oficina estabelecendo assim uma relação direta entre as duas formas de aprendizado.”</i> |
| A2 | <i>“sim, fizemos cálculos na teoria em que trabalhamos nas peças na oficina, isso ajuda muito no entendimento.”</i> |
| A3 | <i>“sim, pois teve a melhoria do material, adicionado à peça que usamos no nosso dia a dia, que entra como a prática e os cálculos dela.”</i> |
| A4 | <i>“sim, todos os exercícios envolveram situações realistas.”</i> |

| | |
|-----|--|
| A5 | <i>“sim, finalmente essas matérias teve nexos e onde elas se encaixavam aqui no SENAI.”</i> |
| A6 | <i>“sim, pois o que aprendemos na teoria normalmente é usado para a prática, como calcular RPM para as operações.”</i> |
| A7 | <i>“sim, porque aplicou os cálculos do nosso dia a dia de usinagem.”</i> |
| A8 | <i>“sim, houve, pois com a análise de peças, cotagens e relações com as peças que fazemos na prática.”</i> |
| A9 | <i>“sim, houveram exemplos de peças feitas na oficina que fizeram essa relação.”</i> |
| A10 | <i>“sim, pois a parte teórica está bem explicada e a prática completou bem.”</i> |
| A11 | <i>“sim principalmente pelos cálculos, dimensões e outra visão sobre a peça.”</i> |
| A12 | <i>“sim, o que foi ensinado na teoria foi utilizado na prática.”</i> |
| A13 | <i>“sim, pois os exercícios propostos em sala são executados na oficina.”</i> |
| A14 | <i>“eu acho melhor a prática, pois é bem melhor do que a teoria, aprende mais rápido.”</i> |
| A15 | <i>“houve, pois as contas que estudamos iremos usar na oficina.”</i> |
| A16 | <i>“sim, pois a teoria se aplica perfeitamente na prática.”</i> |
| A17 | <i>“sim, ele mostrou várias coisas que usamos na oficina (prática) no material e interligou as duas.”</i> |
| A18 | <i>“sim, pelo cálculo do RPM, que eu ainda tinha dúvidas.”</i> |
| A19 | <i>“sim, a aproximação entre oficina e teoria, deixou o conteúdo mais claro por conta da relação com o dia a dia.”</i> |
| A20 | <i>“sim, foram feitos na teoria, procedimentos da peça que fazemos na prática</i> |

| | |
|-----|--|
| | <i>(na oficina)."</i> |
| A21 | <i>"sim, pois todos os exercícios que fizemos são exatamente como fazemos na prática."</i> |
| A22 | <i>"houve, porque toda prática precisa de uma teoria, e esse conteúdo de "teoria" é o que realmente é preciso fazer para realizar o trabalho."</i> |

Fonte: Autoria própria.

Desse modo, analisando as respostas apresentadas pelos alunos é possível notar a relevância que eles deram ao material por ter aproximado uma unidade curricular teórica trabalhada em sala de aula com a prática realizada por eles nas oficinas, demonstrando a importância da criação de situações contextualizadas ao ensino de determinados conteúdos matemáticos.

Contudo, o A14 evidenciou em sua colocação que a teoria não era tão importante quanto à prática. Quando questionado pelo professor-pesquisador sobre sua resposta, em depoimento, ele chegou à conclusão que não foi muito objetivo em sua explicação, mas que queria dizer que para ele o material não fez tanta relação assim com sua prática, uma vez que para si a unidade didática ainda possuía alguns exercícios de resolução mecânica só que com menos intensidade, já que as atividades eram relacionadas ao curso em que ele está matriculado.

Por fim, quando solicitado aos alunos que dessem sugestões de melhoria para o material, tendo em vista que este não foi projetado para ser estático, pronto ou acabado, mas com abertura e flexibilidade para reformulações, eles revelaram suas percepções e necessidades quanto à apresentação do conteúdo. Vale ressaltar que a numeração dos alunos não indicados no quadro abaixo são daqueles que deixaram essa questão em branco, abstendo-se da resposta.

Quadro 11 – Respostas da 4ª questão do questionário de encerramento

| | |
|--|--|
| <u>Questão 4:</u> Dê sugestões de melhoria. | |
| A1 | <i>"nada a propor da minha parte."</i> |

| | |
|-----|--|
| A2 | <i>“trazer alguma peça de exemplo ao vivo para esclarecimento de dúvidas com teoria e prática juntos na mesma hora. Mas de forma geral achei muito bacana e ajudou muito meu entendimento sobre o que vivo em meu cotidiano, tanto na vida pessoal quanto profissional.”</i> |
| A3 | <i>“achei que foi muito boa essa melhoria, deu pra sentir que aprendemos mais e com uma facilidade maior.”</i> |
| A4 | <i>“gostei bastante, poderia trazer uma linguagem mais simples, os exercícios não eram maçantes, foi uma experiência muito boa.”</i> |
| A5 | <i>“o material está ótimo, não tenho nenhuma sugestão.”</i> |
| A6 | <i>“poderia trazer mais peças como exemplos, mas o material em si é bom.”</i> |
| A7 | <i>“nada a propor para melhor.”</i> |
| A8 | <i>“adicionar questões de Plano Cartesiano, é muito necessário na trigonometria. Espero que o material completo esteja com demonstrações em prática em todos os capítulos. Os cálculos estão muito bem colocados, porém é necessário que explique de onde os valores surgiram e por quê? Isso evitaria dúvidas futuras. Os exercícios estão rápidos e objetivos! Certamente classificamos em DIFÍCIL / MÉDIO / FÁCIL. Comece com os exercícios mais difíceis até mesmo na explicação, pois assim, quando chegar aos exercícios fáceis os alunos passarão mais rápido ainda.”</i> |
| A9 | <i>“mais peças e mais exercícios diversificados.”</i> |
| A13 | <i>“nada a propor.”</i> |
| A14 | <i>“apesar de achar que o material esta bem explicado e de uma maneira bem fácil, sugiro que tenha exercícios mais abertos e menos mecânicos.”</i> |
| A16 | <i>“não vejo pontos para melhorar, pois o material é completo.”</i> |
| A17 | <i>“o material estava bom e não acho que precisa de melhoras.”</i> |

| | |
|-----|---|
| A20 | <i>“foi bem bacana, uma maneira de se entreter e saber mais sobre o assunto.”</i> |
| A21 | <i>“achei bem bacana, conseguimos lembrar vários conteúdos e até mesmo entendemos alguns conceitos que não tinha ficado claro.”</i> |
| A22 | <i>“não é preciso melhorar, achei o conteúdo bacana e completo, deu para aprender bastante e recordar muita matéria.”</i> |

Fonte: Autoria própria.

Face às respostas apresentadas pelos alunos nessa última questão, evidencia a aceitação e a aprovação do material por parte deles, ainda que muitos não possuíssem sugestão de melhoria. Eles lançaram um olhar crítico sobre o produto no sentido de avaliar a importância de realizar certos ajustes. Dessa forma A2, A4, A6, A8, A9 e A14 sugeriram aperfeiçoar o material, o que nos permite repensar, em ações futuras, atividades que atendam essas demandas, a fim de potencializar ainda mais a aprendizagem matemática mediante a contextualização do conhecimento veiculado no sentido de associar teoria e prática. De maneira geral, a recepção foi positiva, já que qualifica o envolvimento dos sujeitos com o material proposto.

6.4 Sobre os efeitos da aplicação do produto à posteriori

Após um ano da aplicação da unidade didática, o professor-pesquisador, já não mais docente da turma em questão, procurou pelos participantes da pesquisa a fim de colher depoimentos que pudessem colaborar com o problema de pesquisa: que percepções os alunos relatam de suas vivências no processo de realizar a unidade didática proposta?

Para isso indagou-se sobre a possibilidade desses alunos terem aprendido trigonometria utilizando um material contextualizado.

Vale ressaltar que os alunos ainda foram denominados A1 (aluno 1), A2 (aluno 2) e assim sucessivamente – como anteriormente – para preservar a identidades dos sujeitos, mas tal denominação nesse momento não é necessariamente a mesma já elencada nas seções anteriores deste capítulo, pois como era reta final do curso apenas nove alunos se propuseram a parar suas atividades para conversar com o professor.

Quadro 12 – Depoimentos a respeito da aprendizagem

| Questão: Como que a unidade didática proposta contribuiu para a sua aprendizagem? | |
|--|--|
| A2 | <i>“a maneira que a trigonometria foi abordada foi muito importante na fixação das relações trigonométricas e mais que isso, importante para a compreensão de conceitos e aplicações na área da mecânica, pois quase não <u>matei mais peças</u>⁹.”</i> |
| A3 | <i>“durante os anos de curso, tivemos que adotar a trigonometria para encontrar valores que não haviam sido cotados nas peças, assim como nos ajudou na realização de provas externas e internas que envolvem o assunto tratado.”</i> |
| A7 | <i>“ajudou a descobrir medidas não especificadas principalmente na área da programação CNC.”</i> |
| A8 | <i>“ela me ajudou a não matar mais peças, já que consegui encontrar as cotas que eram necessárias a nossa prática.”</i> |
| A12 | <i>“ela foi fundamental, com a utilização dos cálculos podemos descobrir cotas que precisam ser descobertas.”</i> |
| A15 | <i>“ela contribuiu para identificar cotas no torno CNC, e AutoCAD, que são programas e máquinas que dependem de uma precisão muito grande, e que vem geralmente sem nenhuma conta.”</i> |
| A18 | <i>“contribuiu para a obtenção de certas cotas, na maioria das vezes quando se tinha circunferências envolvidas ou em outros assuntos relacionados à nossa área.”</i> |

⁹ Um aluno mata uma peça ao usinar um material mais do que o esperado, ficando com medidas inferiores aquelas previstas pelas cotas. Quando isso ocorre, a peça vai para descarte e a operação tem que ser reiniciada.

| | |
|-----|---|
| A19 | <i>“contribuiu para identificar cotas com ângulos, cotas não identificadas no plano de trabalho.”</i> |
| A20 | <i>“a trigonometria nos ajudou para calcularmos medidas, descobrirmos os ângulos não especificados no desenho.”</i> |

Fonte: Autoria própria.

Os depoimentos listados no Quadro 10, em sua totalidade, evidenciam a importância de conhecer com maior profundidade a trigonometria para encontrar cotas desconhecidas, o que colabora para que os alunos consigam efetuar suas operações sem tenderem ao erro. Assim A1, A2, A3, A5, A7 e A8 levam a crer que se a trigonometria vista ao longo do curso no SENAI fosse de fato contextualizada e a abordagem do docente fosse fundamentada num material diferenciado, os egressos conseguiriam ter mais sucesso em sua prática profissional, conforme relatado por A4, A6 e A9.

Desse modo, esses depoimentos interligados com a análise das respostas obtidas na terceira questão do questionário de encerramento vão ao encontro de nossa questão de pesquisa e evidenciam as percepções que os sujeitos de pesquisa tiveram ao trabalharem uma unidade didática de trigonometria aplicada às atividades rotineiras de profissionais da área da mecânica, tornando a aprendizagem mais eficiente.

Ainda nesse viés, a fim de corroborar a resposta do problema já enunciado, o professor-pesquisador teve uma conversa com outros dois professores que lecionavam, para a mesma turma, a unidade curricular Prática Profissional e ambos relataram que trabalhar esses conceitos no primeiro ano do curso e de forma contextualizada só tem contribuído para a prática que eles exigirão dos alunos diante das máquinas convencionais e computadorizadas. Com a explanação da trigonometria, eles puderam notar que três alunos continuaram a “matar” suas peças, sendo que, para eles, os que continuam a errar são aqueles que não estão no curso por vontade própria e decidem cumprir apenas alguns requisitos básicos para ter a aprovação necessária.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No decorrer da presente pesquisa, puderam ser notados os impactos causados pela mudança metodológica ocorrida nos últimos anos na instituição SENAI, que até então não tinha mudado o material de apoio utilizado pelos docentes que ali trabalham. Em torno disso, foi elaborada uma unidade didática que tratava a trigonometria de forma contextualizada, voltada à necessidade que o aluno ao longo do curso precisaria, conforme prevê a nova metodologia SENAI e a expectativa dos estudantes revelada nesta pesquisa.

Em vista disso, trabalhar conceitos trigonométricos em um curso de Aprendizagem Industrial se faz importante devido a sua aplicabilidade e necessidade. No entanto, a maneira como os conteúdos em si são abordados é que está obsoleta e acaba, em sua maioria, dificultando o processo de aprendizagem de determinados alunos, tendo em vista que estes nem sempre conseguem visualizar a trigonometria em seu dia a dia.

No transcurso da pesquisa, o momento de maior dificuldade do professor-pesquisador foi lidar com a angústia e com o sentimento de estar perdido, visto que em alguns momentos vivenciava o conflito de mudança metodológica em sua práxis. Assim pôde notar que a aplicação do material foi de suma importância e muito gratificante para sua carreira docente, contribuindo também para sua profissionalização. Não somente por ter sido um material desenvolvido pelo professor-pesquisador, que por sinal reconhece falhas e conclui que ainda pode haver melhorias, mas também por ver o brilho nos olhos dos alunos ao se depararem com uma atividade diferente daquela a qual eles estavam acostumados e que muitas vezes se viam submetidos a realizarem mesmo não conseguindo relacionar teoria e prática profissional, o que pode ocorrer tanto nas escolas de educação básica quanto nas escolas de ensino profissionalizante.

Nota-se a colaboração que o material – Produto Educacional – teve na formação de cada sujeito, já que eles conseguiram conceber até o último momento de aplicação a relação entre teoria e prática. O mais interessante foi a relação e o engajamento apresentados por eles, em momentos de reflexão, entre um conteúdo já abordado de forma mecânica na unidade curricular Matemática Aplicada com o conteúdo trabalhado no material proposto, atendendo o objetivo da pesquisa, que

consistia na elaboração, aplicação e validação de uma unidade didática contextualizada ao ensino de trigonometria. Deste modo, os resultados revelam que foi possível criar situações de aprendizagem de conteúdos trigonométricos contextualizados, integrando conceitos trabalhados simultaneamente, mesmo que em unidades curriculares distintas e, por vezes, de forma mecânica.

Mesmo que os alunos ainda pertençam ao curso estruturado na metodologia antiga, utilizada parcialmente pelo SENAI-SP, destaca-se a importância e relevância deste trabalho de pesquisa, visto que se abriu uma possibilidade para trabalhar situações de aprendizagem desafiadoras que, além de colaborar com a formação educacional do indivíduo como parte fundamental do processo, corroboram a contextualização do conteúdo matemático, a fim de dar sentido aos conceitos estudados em vista de sua prática profissional.

REFERÊNCIAS

BOGDAN, Roberto C.; BIKLEN, Knopp Sari. **Investigação qualitativa em Educação**. Portugal: Porto Editora, 1994.

BRASIL. Lei n. 9.394, de 20 de dezembro de 1996. [Lei de Diretrizes e Bases / LDB]. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial da União**: República Federativa do Brasil: Poder Legislativo, Brasília, DF, 23 dez. 1996. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm. Acesso em: 29 abr. 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática**. Rio de Janeiro: DP&A, 2000.

BRASIL. Ministério da Educação; Secretaria de Educação Básica; Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão; Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica. Conselho Nacional de Educação; Câmara de Educação Básica. **Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica**. Brasília: MEC; SEB; DICEI, 2013. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=1554-8-d-c-n-educacao-basica-nova-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 29 abr. 2019.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Classificação Brasileira de Ocupações: CBO**. 3. ed. Brasília: MTE, SPPE, 2010.

BURNIER, Suzana. Pedagogia das competências: conteúdos e métodos. **Boletim Técnico do Senac**, Rio de Janeiro, v. 27, n. 3, set./dez. 2001.

DICIO. Dicionário Online de Português. Porto: 7Graus, 2018. Disponível em: <https://www.dicio.com.br/contextualizar/>. Acesso em: 1 mai. 2019.

GASPARIN, João Luiz. **Uma Didática para a Pedagogia Histórico-Crítica**. 3. ed. Campinas: Autores Associados, 2002.

KUPFER, Maria Cristina. **Freud e a Educação – O mestre do impossível**. São Paulo: Scipione, 1995.

LUCKESI, Cipriano Carlos. **Filosofia da Educação**. São Paulo: Cortez, 2003.

MANACORDA, Mário Alighiero. **História da educação: da Antiguidade aos nossos dias**. 13. ed. São Paulo: Cortez, 2010.

MARTINS, Ronei Ximenes; RAMOS, Rosana. **Metodologia de pesquisa: guia de estudos**. Lavras: UFLA, 2013, p. 8-21.

MATUI, Jiron. **Construtivismo: Teoria Construtivista Sócio Histórica Aplicada ao Ensino**. São Paulo: Moderna, 2002.

MOREIRA, Antônio Flávio Barbosa; CANDAU, Vera Maria. **Indagações sobre currículo: currículo, conhecimento e cultura**. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria da Educação Básica, 2007.

MORAES, R. **Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva**. Ciência & Educação, Porto Alegre, v. 9, n.2, p. 191-211, 2003.
SAVIANI, Demerval. **Escola e democracia**. 42. ed. Campinas: Autores Associados, 2012. (Coleção Polêmicas do nosso tempo, v. 5).

SENAI - SP. **Caderno de tarefas Caminhão betoneira cara chata**. São Paulo: SENAI-SP Editora, 1999.

SENAI. **Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Profissional de Nível Técnico**. São Paulo: SENAI-SP Editora, 2000.

SENAI. **Elementos Curriculares – Matemática Aplicada – Mecânico de Usinagem**. São Paulo: SENAI-SP Editora, 2003.

SENAI. Departamento Nacional. **Metodologia SENAI de educação profissional**. Brasília: SENAI/DN, 2013.

SENAI. Departamento Nacional. **Metodologia SENAI para formação profissional com base em competências: norteador da prática pedagógica**. 3. ed. Brasília: SENAI/DN, 2009.

SENAI. **Plano de Curso de Formação Inicial e Continuada – Aprendizagem Industrial – Mecânico de Usinagem**. São Paulo: SENAI-SP Editora, 2017.

SENAI. **Plano de Curso de Qualificação Profissional – Aprendizagem Industrial – Mecânico de Usinagem**. São Paulo: SENAI-SP Editora, 2016.

SILVA, Anielson Barbosa da. **Como os Gerentes Aprendem?** 1. ed. São Paulo: Saraiva, 2009.

SOUZA, Jaibis Freitas de. **Construindo uma aprendizagem significativa com história e contextualização da matemática**. 2009. 108 p. Dissertação (Mestrado em Educação Agrícola) – Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

TUFANO, Wagner. Contextualização. In: FAZENDA, Ivani C. **Dicionário em Construção: Interdisciplinaridade**. São Paulo: Cortez, 2001.

VASCONCELOS, M. B. F. **A contextualização e o ensino de matemática: Um estudo de caso**. 2008. 249 f. Dissertação (Mestrado em Educação Popular), Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2008.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO INICIAL



Questionário para coleta de dados da pesquisa intitulada “Elaboração de uma unidade didática para o curso de Aprendizagem Industrial: Mecânico de Usinagem”.

1) Quais conteúdos matemáticos poderiam ser explorados previamente para usar esta peça? (Peça: eixo cilíndrico de três corpos – tarefa 19 do Caderno de Tarefas Caminhão Betoneira Cara Chata).

2) Durante a usinagem de uma peça, o que deveria ser observado para não “matar” a peça?

3) Quais conteúdos matemáticos poderiam ser explorados com relação a resposta da questão anterior?

4) Deixe sua sugestão de como tais conteúdos podem ser trabalhados para contribuir com uma aprendizagem mais efetiva (quanto ao conteúdo matemático e à relação da atividade prática).

APÊNDICE B – RESPOSTAS DO QUESTIONÁRIO INICIAL

| | |
|--|--|
| Questão 1: Quais conteúdos matemáticos poderiam ser explorados previamente para usinar esta peça? (Peça: eixo cilíndrico de três corpos – tarefa 19). | |
| A1 | <i>“As medidas da peça (largura, altura, comprimento, raio e diâmetro). Cálculos como RPM, que é o tanto que deveria ser retirado de material.”</i> |
| A2 | <i>“Operações básicas, cálculo de RPM, operações com circunferência, medidas, milímetro e polegada, cálculo de avanço.”</i> |
| A3 | <i>“Calcular RPM, avanço, adição, subtração, massa, medidas, transformação de unidades e comprimento da circunferência.”</i> |
| A4 | <i>“Cálculos de avanço e RPM.”</i> |
| A5 | <i>“Cálculos de RPM.”</i> |
| A6 | <i>“Calcular o RPM.”</i> |
| A7 | <i>“Cálculos de subtração. Cálculos para o RPM da máquina.”</i> |
| A8 | <i>“Adição, subtração, multiplicação e divisão.”</i> |
| A9 | <i>“As medidas, o diâmetro e os ângulos.”</i> |
| A10 | <i>“Medidas.”</i> |
| A11 | <i>“Calcular o diâmetro total da peça, os rebaixos e a tolerância para não errar a medida da peça e também calcular o RPM (rotação por minuto).”</i> |
| A12 | <i>“Subtração, adição, multiplicação e divisão.”</i> |
| A13 | <i>“Multiplicação, adição, divisão.”</i> |
| A14 | <i>“Calcular RPM, VC, o diâmetro máximo, probabilidade de uma medida dar errado, cálculo da intolerância.”</i> |
| A15 | <i>“Cálculos de RPM e avanços, contas de subtração para saber quanto</i> |

| | |
|-----|---|
| | <i>material tirar, adição, transformação de medidas, comprimento da circunferência, teorema de Pitágoras.”</i> |
| A16 | <i>“A subtração ou adição da soma de um dos rebaixos, o cálculo do avanço, rpm, a medida da profundidade do furo, comprimento da circunferência.”</i> |
| A17 | <i>“Cálculo de RPM, subtração, soma.”</i> |
| A18 | <i>“Subtração, adição, cálculo do RPM, cálculo do avanço, cálculo da velocidade de corte.”</i> |
| A19 | <i>“Cálculo de RPM; Cálculo da área do círculo; a probabilidade do operário matar a peça de acordo da tolerância de erro; adição; subtração; Cálculo da circunferência; trigonometria.”</i> |
| A20 | <i>“Cálculo de avanço ou RPM.”</i> |
| A21 | <i>“subtração, adição; Cálculo de RPM, velocidade de corte.”</i> |
| A22 | <i>“Soma e subtração, cálculo de rpm.”</i> |
| A23 | <i>“Contas básicas de adição e subtração, cálculos com fórmulas prontas, noção de símbolos matemáticos ($\pm 0,8$ – tolerância), conversão de medidas.”</i> |
| A24 | <i>“Operações básicas como adição, subtração, multiplicação e divisão; conversão de medidas; cálculos como RPM, tolerância e avanço além de área e comprimento da circunferência.”</i> |

| | |
|--|--|
| Questão 2: Durante a usinagem de uma peça, o que deveria ser observado para não “matar” a peça? | |
| A1 | <i>“As medidas em gerais, pois vai que tu tira muito da peça e acaba matando.”</i> |
| A2 | <i>“As medidas dela e as velocidades da máquina.”</i> |
| A3 | <i>“As medidas como: diâmetro, comprimento. O tipo de ferramentas correta</i> |

| | |
|-----|--|
| | <i>para tal material e operação, RPM e avanço correto, tolerância, qualidade das ferramentas.”</i> |
| A4 | <i>“As medidas, a tolerância, a rugosidade.”</i> |
| A5 | <i>“Medidas da peça, quanto vamos desbastar por passada, a tolerância da peça, rugosidade.”</i> |
| A6 | <i>“A cada passo realizado na peça, verificar a medida até chegar na certa, respeitar a tolerância, rugosidade. Prestar atenção nas demonstrações de dicas.”</i> |
| A7 | <i>“As medidas, o comprimento total, comprimento dos rebaixos e os diâmetros.”</i> |
| A8 | <i>“Verificar a tolerância.”</i> |
| A9 | <i>“O tamanho da peça, olhar todas as medidas, olhar a tolerância permitida.”</i> |
| A10 | <i>“O tamanho da peça milimetricamente e as tolerâncias permitidas.”</i> |
| A11 | <i>“Conferir a folga da máquina, calcular a tolerância para não errar a medida e medir a peça antes de começar a usinagem.”</i> |
| A12 | <i>“Verificar as tolerâncias das medidas da peça.”</i> |
| A13 | <i>“Verificar as tolerâncias das medidas da peça.”</i> |
| A14 | <i>“Sua intolerância, o avanço, o rebaixo.”</i> |
| A15 | <i>“O comprimento, diâmetro, posição da ferramenta, rotação da placa, avanço, tamanho da broca para fazer furo de centro, ângulo.”</i> |
| A16 | <i>“O rpm, o avanço, a profundidade do furo, o alinhamento do bits, posição da ferramenta e do carro, o acerto das placas, tamanho da broca, ângulo.”</i> |
| A17 | <i>“Medir constantemente a peça, calculando a diferença.”</i> |

| | |
|-----|---|
| A18 | <i>“Verificar as medidas e comparar para ver se esta na tolerância, ver se o cálculo de RPM está certo.”</i> |
| A19 | <i>“As medidas corretas da peça; A margem da tolerância; Verificar se a máquina está funcionando bem; Conferência de materiais; Alinhamento.”</i> |
| A20 | <i>“Avanço.”</i> |
| A21 | <i>“Se todas as ferramentas estão adequadas; Verificar se está na medida e tolerância de erro; RPM e velocidade de corte adequados.”</i> |
| A22 | <i>“Diâmetro, tolerância, rpm, comprimento.”</i> |
| A23 | <i>“Para não “matar” uma peça, devemos sempre observar o máximo e o mínimo, que alguns acabam confundindo, cálculos corretos de adição e subtração; o material utilizado; cálculos de rotação e avanço; Ferramentas utilizadas; Utilizar corretamente instrumentos de medição.”</i> |
| A24 | <i>“Devemos verificar os cálculos, observar se estamos utilizando as ferramentas corretas e ficar atentos a tolerância permitida.”</i> |

| | |
|---|--|
| Questão 3: Quais conteúdos matemáticos poderiam ser explorados com relação a resposta da questão anterior? | |
| A1 | <i>“Conteúdos da matemática básica (subtração e adição), cálculos mais complexos como de diâmetro/raio, avanço, RPM, etc.”</i> |
| A2 | <i>“Medidas, milímetro, cálculo de avanço e RPM.”</i> |
| A3 | <i>“Matemática simples, noções de medidas, geometria, trigonometria, transformações de medidas, cálculo de raio, Pitágoras.”</i> |
| A4 | <i>“Subtração, equação do 1º grau, estimativa, relações trigonométricas.”</i> |
| A5 | <i>“Equações do 1º grau, subtração, trigonometria.”</i> |

| | |
|-----|---|
| A6 | <i>“Equações, ângulos, subtração, trigonometria, fração, diâmetro.”</i> |
| A7 | <i>“Cálculos de subtração, Pitágoras.”</i> |
| A8 | <i>“Adição e subtração.”</i> |
| A9 | <i>“Subtração e adição.”</i> |
| A11 | <i>“Fração, trigonometria, multiplicação e divisão para calcular as medidas e os ângulos. Para calcular a folga, você precisa usar a formula de RPM.”</i> |
| A12 | <i>“Adição, subtração.”</i> |
| A13 | <i>“Subtração, adição.”</i> |
| A14 | <i>“Calcular o tanto de mm para retirar, Calcular o Vc para descobrir o avanço.”</i> |
| A15 | <i>“Cálculos de raio, ângulo, cálculo de avanço e RPM, trigonometria.”</i> |
| A16 | <i>“Adição, subtração, cálculo de RPM, avanço, ângulo.”</i> |
| A17 | <i>“Subtração da medida atual e a estipulada.”</i> |
| A18 | <i>“Raciocínio rápido, saber fazer contas de subtração e adição mais rápidos.”</i> |
| A19 | <i>“Converter as medidas; Calcular as cotas se for preciso.”</i> |
| A21 | <i>“Raciocínio lógico e conceitos básicos como subtração, adição, multiplicação e divisão.”</i> |
| A22 | <i>“Geometria, matemática simples, medidas de comprimento, conversão de medidas, trigonometria, ângulos.”</i> |
| A23 | <i>“Poderia ser utilizado divisão e multiplicação para conteúdo da peça e não de formulas preparadas, conversão de medidas.”</i> |
| A24 | <i>“Matemática básica, trigonometria e plano tridimensional para a representação da peça.”</i> |

| | |
|---|---|
| Questão 4: Deixe sua sugestão de como tais conteúdos podem ser trabalhados para contribuir com uma aprendizagem mais efetiva (quanto ao conteúdo matemático e à resolução da atividade prática). | |
| A1 | <i>“Reforçar algumas coisas como raio, diâmetro, RPM, etc. Conceito de triângulos.”</i> |
| A2 | <i>“Exemplos com a própria peça, a projeção da peça (imagem da peça).”</i> |
| A3 | <i>“Praticar conteúdos que mais utilizamos na oficina em sala de aula. Exemplo: cálculo de avanço, RPM, transformação de medidas, etc. Atividades mais dinâmicas com demonstração de onde vai ser a aplicabilidade da matéria.”</i> |
| A4 | <i>“Dar exemplos que vamos usar na oficina.”</i> |
| A5 | <i>“Dar exemplos que iremos usar na oficina e tirar dúvidas”</i> |
| A6 | <i>“Dar demonstrações na oficina, treinar, estudar.”</i> |
| A7 | <i>“Pitágoras.”</i> |
| A9 | <i>“Mais exercícios para a prática de contas.”</i> |
| A11 | <i>“Fazendo exercícios práticos, medindo peças e calcular todas as medidas e ângulos. Indo até a máquina vendo se tem que fazer e calculando a medida para consertar.”</i> |
| A12 | <i>“Mais exercícios sobre RPM, tolerância e velocidade de corte.”</i> |
| A13 | <i>“Mais exercícios para praticar as contas que vamos fazer na oficina.”</i> |
| A14 | <i>“Documentários, leituras, exercícios oralmente, pesquisas na informática.”</i> |
| A15 | <i>“Fazer as medidas, cálculos e montar uma peça, fazendo – a na pratica na</i> |

| | |
|-----|--|
| | <i>oficina.”</i> |
| A16 | <i>“Fazer a usinagem da peça, fazer os cálculos e as medidas corretamente.”</i> |
| A17 | <i>“Desenvolvendo a peça com exercícios em sala.”</i> |
| A18 | <i>“Praticar mais as equações que são usadas nas peças e o raciocínio lógico.”</i> |
| A19 | <i>“Treino de cálculos em geral para ter maior velocidade de raciocínio; estudar mais a fundo sobre os conteúdos.”</i> |
| A21 | <i>“Praticando com exercícios e demonstração prática.”</i> |
| A22 | <i>“Demonstração com a peça pronta.”</i> |
| A23 | <i>“Deixar mais lógico e não deixar tudo “pré” calculado, acho que é mais uma questão de raciocínio.”</i> |
| A24 | <i>“O ideal seria ter mais prática, visualizar mais a teoria na oficina aplicando diretamente na peça.”</i> |

APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO DE ENCERRAMENTO



1) Qual fator motivador o levou a participar e desenvolver as tarefas propostas?

2) Com base no questionário inicial, suas expectativas perante o material foram atingidas? Justifique sua resposta.

3) Na sua opinião, o material desenvolvido conseguiu vincular relação entre Teoria e Prática? Justifique sua resposta.

4) Dê sugestões de melhorias.

**APÊNDICE D – TERMO DE AUTORIZAÇÃO DA DIREÇÃO DO
ESTABELECIMENTO DE ENSINO**

Eu, _____, abaixo
assinado, responsável pela instituição de ensino:

autorizo a realização da pesquisa intitulada “Um estudo a partir da aplicação de uma unidade didática de trigonometria em um curso de Aprendizagem Industrial – Mecânico de Usinagem”, a ser conduzida pelo pesquisador Lucas Henrique dos Santos. Fui informado pelo responsável do estudo das características e objetivos da pesquisa, bem como das atividades que serão realizadas na instituição a qual represento.

Declaro ainda estar ciente que essa pesquisa será realizada após o parecer ético emitido pelo CEP da UTFPR.

_____, _____ de _____ de _____.
(local)

Assinatura e carimbo do responsável institucional

Endereço do Comitê de Ética em Pesquisa para recurso ou reclamações do sujeito pesquisado
Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (CEP/UTFPR)
REITORIA: Av. Sete de Setembro, 3165, Rebouças, CEP 80230-901, Curitiba-PR, telefone: 3310-4943, e-mail: coep@utfpr.edu.br

APÊNDICE E – PRODUTO EDUCACIONAL

Unidade Didática de Trigonometria para um curso de Aprendizagem Industrial: Mecânico de Usinagem



Lucas Henrique dos Santos
Zenaide de Fátima Dante Correia Rocha

**Unidade Didática de Trigonometria para
um curso de Aprendizagem Industrial:
Mecânico de Usinagem**

Lucas Henrique dos Santos
Zenaide de Fátima Dante Correia Rocha

**Unidade Didática de Trigonometria para
um curso de Aprendizagem Industrial:
Mecânico de Usinagem**



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Londrina e Cornélio Procópio
Pró Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação
Mestrado Profissional em Ensino de Matemática



TERMO DE LICENCIAMENTO

Este Produto Educacional está licenciado sob uma Licença Creative Commons *atribuição uso não-comercial/compartilhamento sob a mesma licença 4.0 Brasil*. Para ver uma cópia desta licença, visite o endereço <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/> ou envie uma carta para Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, Califórnia 94105,USA.



*“O homem para ser completo tem que
estudar, trabalhar e lutar.”*

Sócrates

APRESENTAÇÃO

Este material foi produzido com o intuito de colaborar no ensino contextualizado de trigonometria para alunos do curso de Aprendizagem Industrial – Mecânico de Usinagem. O produto foi pensado e preparado com finalidade de diminuir a atual distância existente entre as unidades curriculares Matemática Aplicada à Usinagem e Usinagem em Máquinas Convencionais, a fim de contextualizar os conhecimentos matemáticos aqui apresentados, associando teoria e prática.

Nossa intenção é apresentar ao aluno tópicos essenciais do conteúdo de matemática que serão aplicados aos processos de usinagem, por meio de textos que deem condição para uma reflexão das atividades a serem desenvolvidas, acreditando que o material auxiliará no despertar de novas formas de trabalho e aproximará o ensino da matemática com a realidade vivenciada por eles na prática profissional.

Sobre isso, Medrado (2006) afirma que:

contexto [...] é aquele que traz para a cena interativa, não apenas aspectos linguísticos, paralinguísticos e suprasegmentais, mas elementos corporais, gestuais, identidades institucionais e papéis sociais, ou seja, elementos socioculturais, produzindo uma relação dinâmica entre linguagem, cognição e interação. (p. 104).

Deste modo, as atividades voltadas ao contexto profissional dos alunos, que constam neste material, chamado de produto educacional, são resultados de uma pesquisa realizada no Mestrado Profissional em Ensino de Matemática, da UTFPR – Campus Londrina (PPGMAT). Elas encontram-se no apêndice E da dissertação intitulada *Desenvolvimento de uma Unidade Didática de Trigonometria em um curso de Aprendizagem Industrial – Mecânico de Usinagem*, sendo que o conjunto de tarefas foi aplicado em uma das turmas do curso de Mecânico de Usinagem, de uma escola SENAI localizado no interior do estado de São Paulo.

A contribuição está em ofertar um material com linguagem simples e contextualizada em que professores e estudantes possam se utilizar no processo de ensino-aprendizagem para a prática profissional.

Cabe salientar que esse material é uma montagem por parte do pesquisador, usando a ideia da importância de contextualizar conteúdos trigonométricos. Para a confecção da parte teórica (textos) e das atividades, foram realizadas adaptações

dos livros adotados pela instituição: SENAI (1999, páginas 22 e 23); SENAI (2004, da página 3 a página 7), SENAI (2007, da página 243 a página 264), SENAI (2010, da página 243 a página 274), SENAI (2015, da página 217 a página 240), bem como de livros didáticos – citados nas referências – que pudessem, de alguma forma, contribuir para a construção do saber trigonométrico.

A avaliação da aprendizagem, por sua vez, deve ser contínua, porém cabe a cada professor optar pela forma avaliativa que melhor lhe convém, respeitando os critérios de avaliação estabelecidos pela sua instituição de ensino.

Prof. Lucas Henrique dos Santos
Profa. Dra. Zenaide de Fátima Dante Correia Rocha

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|-----|
| Figura 1 – Eixo cilíndrico | 90 |
| Figura 2 – Triângulo retângulo | 91 |
| Figura 3 – Relação de Pitágoras | 91 |
| Figura 4 – Polígonos | 92 |
| Figura 5 – Peça chanfrada | 93 |
| Figura 6 – Rabo de andorinha | 93 |
| Figura 7 – Peça com ponta esférica | 93 |
| Figura 8 – Extração do triângulo retângulo | 94 |
| Figura 9 – Peça quadrada com furos | 95 |
| Figura 10 – Peça com recorte | 95 |
| Figura 11 – Tarugo de ferro | 96 |
| Figura 12 – Peça com rebaixo | 97 |
| Figura 13 – Representação de furos em polegadas mistas | 97 |
| Figura 14 – Eixo cilíndrico de três corpos – 3D | 98 |
| Figura 15 – Eixo cilíndrico de três corpos – planificado | 99 |
| Figura 16 – Triângulo retângulo para identificação do seno | 103 |
| Figura 17 – Triângulo retângulo para identificação do cosseno | 104 |
| Figura 18 – Triângulo retângulo para identificação da tangente | 105 |
| Figura 19 – Triângulo retângulo para aplicação do seno e do cosseno | 106 |
| Figura 20 – Triângulo retângulo com suas medidas | 108 |
| Figura 21 – Peças com furos inclinados | 110 |
| Figura 22 – Interpretação da trigonometria no rabo de anodrinha | 110 |
| Figura 23 – Interpretação da trigonometria num eixo cônico | 111 |
| Figura 24 – Eixo cilíndrico e cônico com rebaixos – 3D | 112 |
| Figura 25 – Eixo cilíndrico e cônico com rebaixos – planificado | 112 |
| Figura 26 – Eixo cilíndrico de três corpos com todas as cotas | 119 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|---------------------------------------|-----|
| Quadro 1 – Relação de Pitágoras | 92 |
| Quadro 2 – Ângulos notáveis | 105 |
| Quadro 3 – Velocidade de corte..... | 116 |

SUMÁRIO

| | |
|--|-----|
| 1. TRIGONOMETRIA | 89 |
| 1.1 Introdução | 89 |
| 1.2 Relação Teorema de Pitágoras | 90 |
| 1.3 Aplicação da relação de Pitágoras | 92 |
| 1.3.1 Nos polígonos | 92 |
| 1.3.2 Nas oficinas | 92 |
| 1.3.3 Nas peças cônicas e manípulos | 93 |
| 1.4 Praticando | 94 |
| 1.5 Relacionando teoria e prática | 98 |
| 2. RELAÇÕES TRIGONOMÉTRICAS | 103 |
| 2.1 Introdução | 103 |
| 2.2 Seno | 103 |
| 2.3 Cosseno | 104 |
| 2.4 Tangente | 104 |
| 2.5 Ângulos notáveis | 105 |
| 2.6 Praticando | 109 |
| 2.7 Relacionando teoria e prática | 111 |
| 3. CÁLCULOS OPERACIONAIS | 115 |
| 3.1 Velocidade de corte | 115 |
| 3.2 Cálculos de RPM em função da velocidade de corte | 117 |
| 3.3 Praticando | 118 |
| 3.4 Relacionando teoria e prática | 119 |
| REFERÊNCIAS | 121 |

1 TRIGONOMETRIA

1.1 Introdução

Para SENAI (2007) a **trigonometria** é encarada como parte da Matemática aplicada extensivamente na resolução de problemas de Engenharia e Astronomia, sendo de especial importância nos levantamentos topográficos.

Um tema que exemplifica a relação da aprendizagem de Matemática com o desenvolvimento de habilidades e competências é a Trigonometria, desde que seu estudo esteja ligado às aplicações, evitando-se o investimento excessivo no cálculo algébrico das identidades e equações para enfatizar os aspectos importantes das funções trigonométricas e da análise de seus gráficos. Especialmente para o indivíduo que não prosseguirá seus estudos nas carreiras ditas exatas, o que deve ser assegurado são as aplicações da Trigonometria na resolução de problemas que envolvem medições, em especial o cálculo de distâncias inacessíveis, e na construção de modelos que correspondem a fenômenos periódicos. (BRASIL, 2000, p.44).

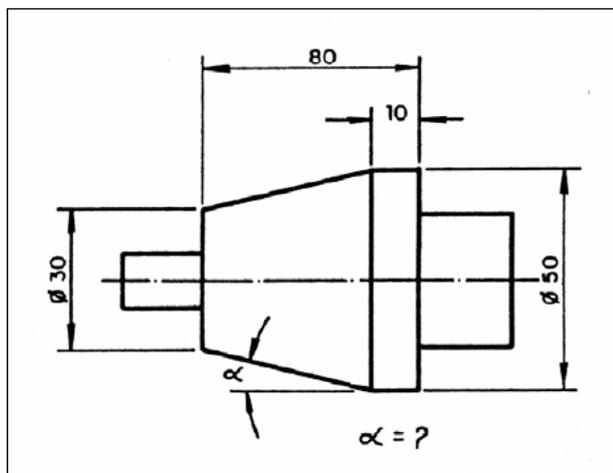
Deste modo, com aplicação de trigonometria, podem-se medir larguras de rios em trechos inacessíveis, alturas de montanhas e até mesmo distâncias de estrelas.

Em mecânica, a trigonometria é muito utilizada para determinação de ângulos e medidas de algumas partes cônicas de uma peça qualquer.

Para o projetista de máquinas e ferramentas, controlador de qualidade, serralheiro, funileiro, caldeireiro, etc. é indispensável o conhecimento de trigonometria.

É muito comum o desenho especificar somente a medida maior ou menor e o comprimento da peça. O profissional deve, então, calcular o ângulo de inclinação dessa peça para poder fabricá-la, o que ele consegue com o auxílio da trigonometria.

Figura 1 – Eixo cilíndrico



Fonte: SENAI (2007, p. 244).

Neste viés, o triângulo é uma das mais importantes figuras da geometria. Ele possui propriedades e definições de acordo com o tamanho de seus lados e a medida dos ângulos internos.

Quanto aos lados, o **triângulo** pode ser classificado da seguinte forma:

Equilátero: possui todos os lados com medidas iguais.

Isósceles: possui dois lados com medidas iguais.

Escaleno: possui todos os lados com medidas diferentes.

Quanto aos **ângulos**, o triângulo pode ser:

Acutângulo: possui os ângulos internos com medidas menores que 90° .

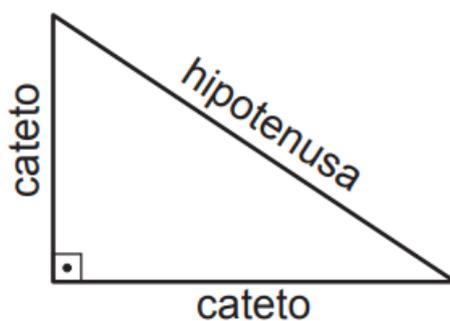
Obtusângulo: possui um dos ângulos com medida maior que 90° .

Retângulo: possui um ângulo com medida de 90° , chamado de ângulo reto.

1.2 Relação Teorema de Pitágoras

No triângulo retângulo, o lado oposto ao ângulo reto (o maior) recebe o nome de **hipotenusa**, e os outros dois lados chamam-se **catetos**.

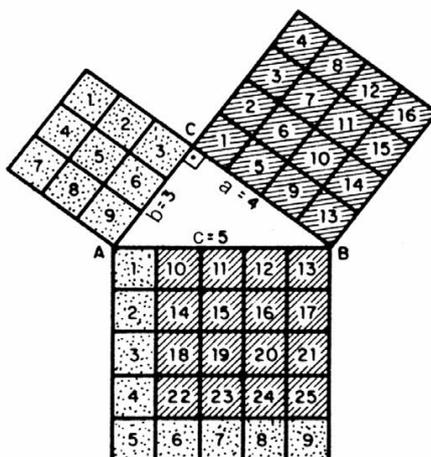
Figura 2 – Triângulo retângulo



Fonte: Adaptado de IEZZI (2013, p. 10).

A relação entre a hipotenusa e os catetos no triângulo retângulo é: **o quadrado da medida da hipotenusa é igual à soma dos quadrados das medidas dos catetos.**

Figura 3 – Relação de Pitágoras



Fonte: SENAI (2007, p. 245).

$$c^2 = a^2 + b^2$$

Onde:

$$c^2 = 5^2 = 25$$

$$a^2 = 3^2 = 9$$

$$b^2 = 4^2 = 16$$

$$25 = 9 + 16$$

Resumindo:

Quadro 1 – Relação de Pitágoras

| | | | |
|---|------------------------|-------------------|------------------------|
| c | Medida da hipotenusa | $c^2 = a^2 + b^2$ | $c = \sqrt{a^2 + b^2}$ |
| b | Medida do cateto menor | $b^2 = c^2 - a^2$ | $b = \sqrt{c^2 - a^2}$ |
| a | Medida do cateto maior | $a^2 = b^2 - c^2$ | $a = \sqrt{b^2 - c^2}$ |

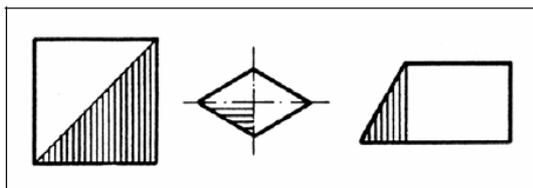
Fonte: Adaptado de SENAI (2007, p. 245).

1.3 Aplicação da relação de Pitágoras

1.3.1 Nos polígonos

Em cálculos de diagonais e alturas e vice-versa.

Figura 4 – Polígonos

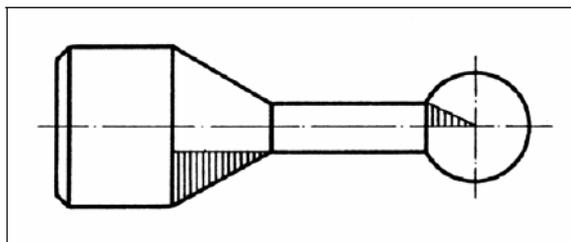


Fonte: SENAI (2007, p. 246).

1.3.2 Nas oficinas

Em cálculos de cotas não especificadas no desenho.

Figura 5 – Peça chanfrada

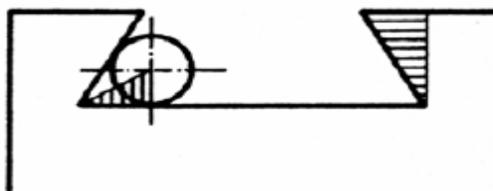


Fonte: SENAI (2007, p. 246).

1.3.3 Nas peças cônicas e manípulos

Em cálculos de medidas para verificação e construção, como por exemplo, em encaixes tipo rabo de andorinha.

Figura 6 – Rabo de andorinha

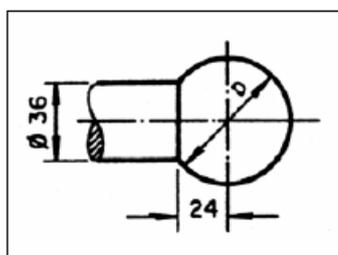


Fonte: Adaptado de SENAI (2007, p. 246).

Exemplo

Calcular a cota D especificada no desenho.

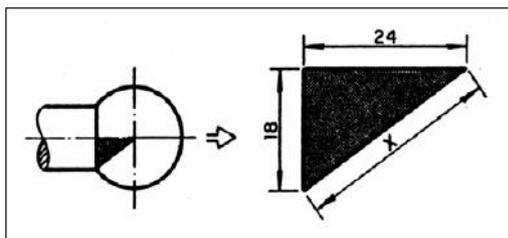
Figura 7 – Peça com ponta esférica



Fonte: SENAI (2007, p. 247)

1º passo: encontrar o triângulo e destacá-lo.

Figura 8 – Extração do triângulo retângulo



Fonte: SENAI (2007, p. 247).

2º passo: aplicar a relação de Pitágoras.

$$x^2 = 18^2 + 24^2$$

$$x = \sqrt{18^2 + 24^2}$$

$$x = \sqrt{324 + 576}$$

$$x = \sqrt{900}$$

$$x = 30$$

$$D = 2x$$

$$D = 2 \cdot 30$$

$$D = 60 \text{ mm}$$

1.4 Praticando

1) Os lados de um triângulo ABC medem 10 cm, 24 cm e 26 cm. Você pode afirmar que esse triângulo é retângulo?

$$a^2 = b^2 + c^2$$

$$a^2 = 10^2 + 24^2$$

$$a^2 = 100 + 576$$

$$a^2 = 676$$

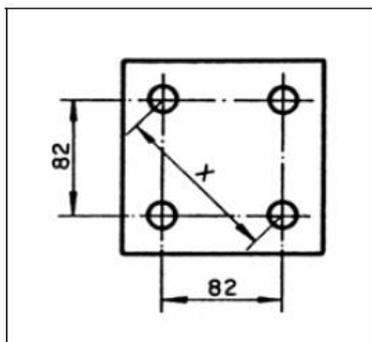
$$a = \sqrt{676}$$

$$a = 26 \text{ cm}$$

R: Sim, Utilizando o Teorema de Pitágoras, afirmamos que este triângulo é retângulo.

2) Calcule a distância x.

Figura 9 – Peça quadrada com furos



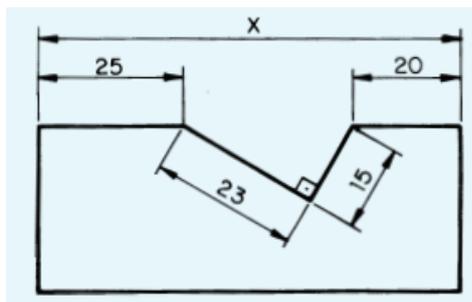
Fonte: SENAI (2007, p. 257).

$$\begin{aligned}
 a^2 &= b^2 + c^2 \\
 x^2 &= 82^2 + 82^2 \\
 x^2 &= 6724 + 6724 \\
 x^2 &= 13448 \\
 x &= \sqrt{13448} \\
 x &= 115,96
 \end{aligned}$$

R: A distância x equivale a 115,96 mm.

3) Calcule o comprimento da cota x da peça abaixo.

Figura 10 – Peça com recorte



Fonte: SENAI (2015, p. 235).

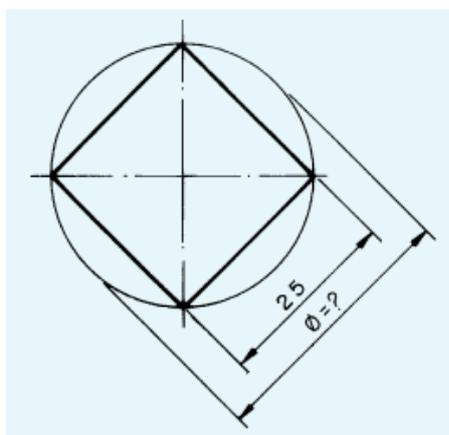
$$\begin{aligned}
 a^2 &= 23^2 + 15^2 & x &= 25 + a + 20 \\
 a^2 &= 529 + 225 & x &= 25 + 27,45 + 20 \\
 a^2 &= 754 & x &= 72,45 \\
 a &= \sqrt{754}
 \end{aligned}$$

$$a = 27,45$$

R: A cota x mede 72,45 mm.

4) De acordo com o desenho abaixo, qual deve ser o diâmetro de um tarugo para fresar uma peça de extremidade quadrada?

Figura 11 – Tarugo de ferro



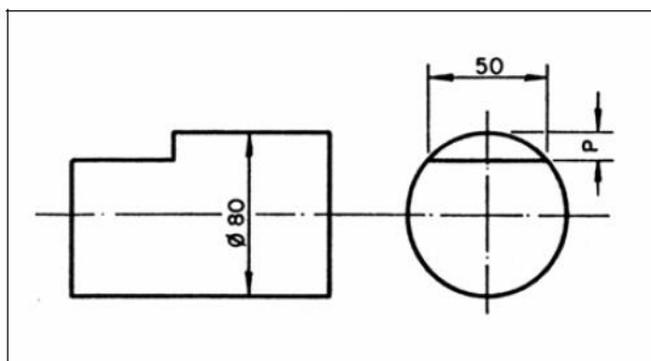
Fonte: SENAI (2015, p. 238).

$$\begin{aligned} a^2 &= b^2 + c^2 \\ x^2 &= 25^2 + 25^2 \\ x^2 &= 625 + 625 \\ x^2 &= 1250 \\ x &= \sqrt{1250} \\ x &= 35,35 \end{aligned}$$

R: O diâmetro do tarugo é de 35,35 mm.

5) Calcule a cota **p**.

Figura 12 – Peça com rebaixo



Fonte: SENAI (2007, p. 257).

$$a^2 = b^2 + c^2$$

$$40^2 = 25^2 + x^2$$

$$1600 = 625 + x^2$$

$$x^2 = 975$$

$$x = \sqrt{975}$$

$$x = 31,22$$

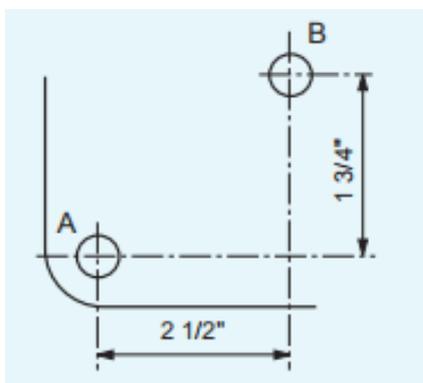
$$P = 40 - 31,22$$

$$P = 8,78$$

R: A cota p equivale a 8,78 mm.

6) Qual é a distância entre os centros dos furos A e B? Dê a resposta em milímetros.

Figura 13 – Representação de furos em polegadas mistas



Fonte: SENAI (2015, p. 238).

$$2 \frac{1}{2}'' = 2 \cdot 25,4 + \frac{1}{2} \cdot 25,4$$

$$2 \frac{1}{2}'' = 50,8 + 12,7$$

$$2 \frac{1}{2}'' = 63,5 \text{ mm}$$

$$1 \frac{3}{4}'' = 1 \cdot 25,4 + \frac{3}{4} \cdot 25,4$$

$$1 \frac{3}{4}'' = 25,4 + 19,05$$

$$1 \frac{3}{4}'' = 44,45 \text{ mm}$$

$$a^2 = b^2 + c^2$$

$$x^2 = 63,5^2 + 44,45^2$$

$$x^2 = 4\,032,25 + 1\,975,8025$$

$$x^2 = 6\,008,0525$$

$$x = \sqrt{6\,008,0525}$$

$$x = 77,51 \text{ mm}$$

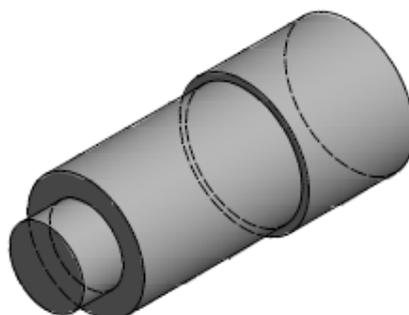
R: A distância entre os centros dos furos A e B é de 77,51 mm.

1.5 Relacionando teoria e prática

Na confecção do “Caminhão Betoneira”, um dos requisitos para a formação do atual curso de Aprendizagem Industrial – Mecânico de Usinagem, é exigida a produção de um *eixo cilíndrico de três corpos* – Tarefa 19: Caderno de Tarefas – (SENAI, 1999).

Para melhor visualização, segue a representação deste eixo, que será usinado, em três dimensões:

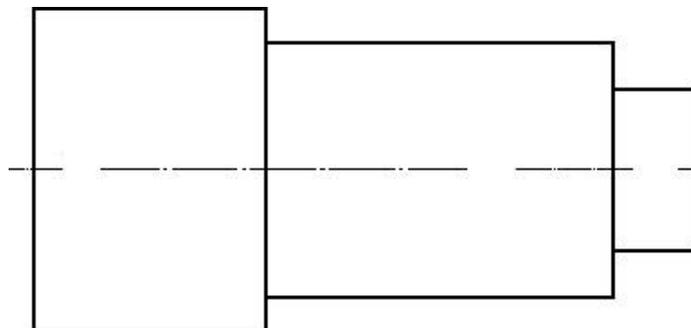
Figura 14 – Eixo cilíndrico de três corpos – 3D



Fonte: Autoria própria.

Por outro lado, segue a forma cujo eixo será apresentado no seu plano de trabalho, fornecido na prática profissional:

Figura 15 – Eixo cilíndrico de três corpos – planificado

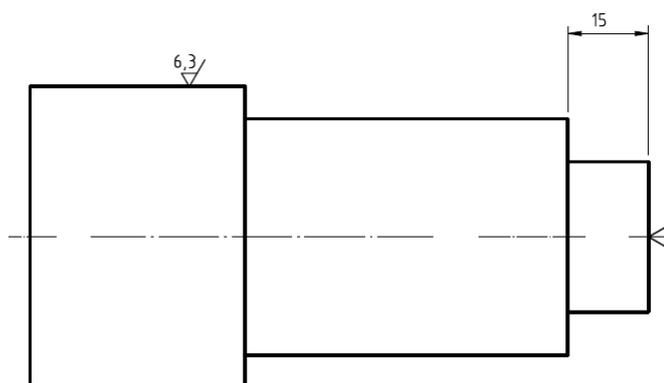


Fonte: Adaptado de SENAI (1999, p. 22).

Contudo, como observado, as cotas não são esclarecidas. Seu dever neste momento é aplicar os conceitos fundamentais de trigonometria para encontrar as cotas necessárias.

1º Passo: Sabendo que a diagonal do corpo menor a ser torneado mede aproximadamente 31,76 mm, determine o diâmetro que este corpo deverá assumir, depois de usinado.

(*Observação:* aproxime o resultado para o maior inteiro).



$$a^2 = b^2 + c^2$$

$$31,76^2 = b^2 + 15^2$$

$$31,76^2 - 15^2 = b^2$$

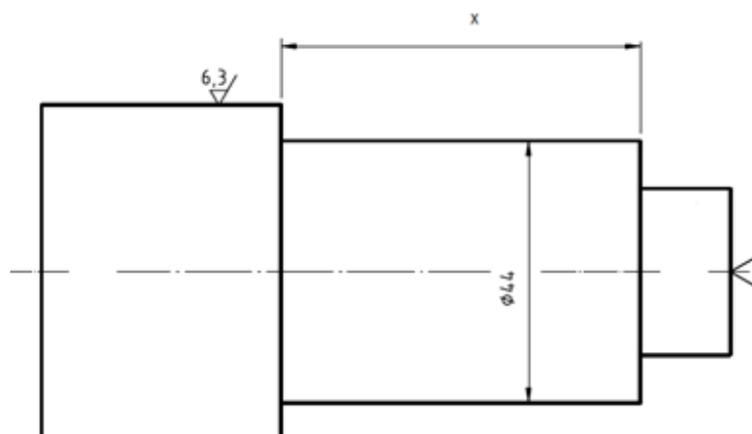
$$b^2 = 783,6976$$

$$b = \sqrt{783,6976}$$

$$b = 27,99 \text{ mm}$$

$$b \approx 28 \text{ mm}$$

2º Passo: Sabendo que a diagonal do corpo central deste cilindro mede aproximadamente 74,4 mm, determine o comprimento da cota x que está faltando.
(*Observação:* aproxime o resultado para o maior inteiro).



$$a^2 = b^2 + c^2$$

$$74,4^2 = x^2 + 44^2$$

$$74,4^2 - 44^2 = x^2$$

$$x^2 = 3.599,36$$

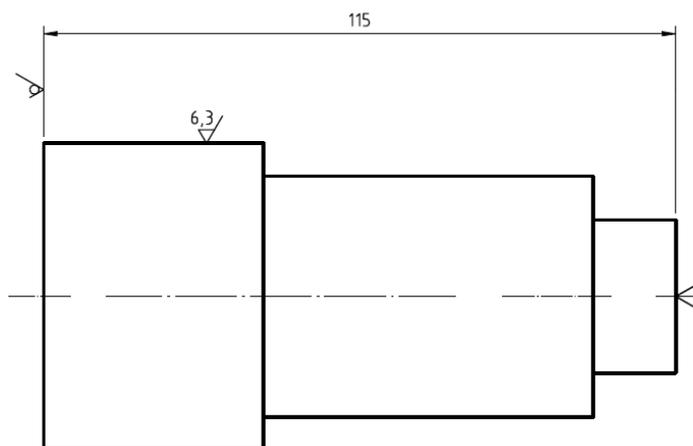
$$x = \sqrt{3.599,36}$$

$$x = 59,99 \text{ mm}$$

$$x \approx 60 \text{ mm}$$

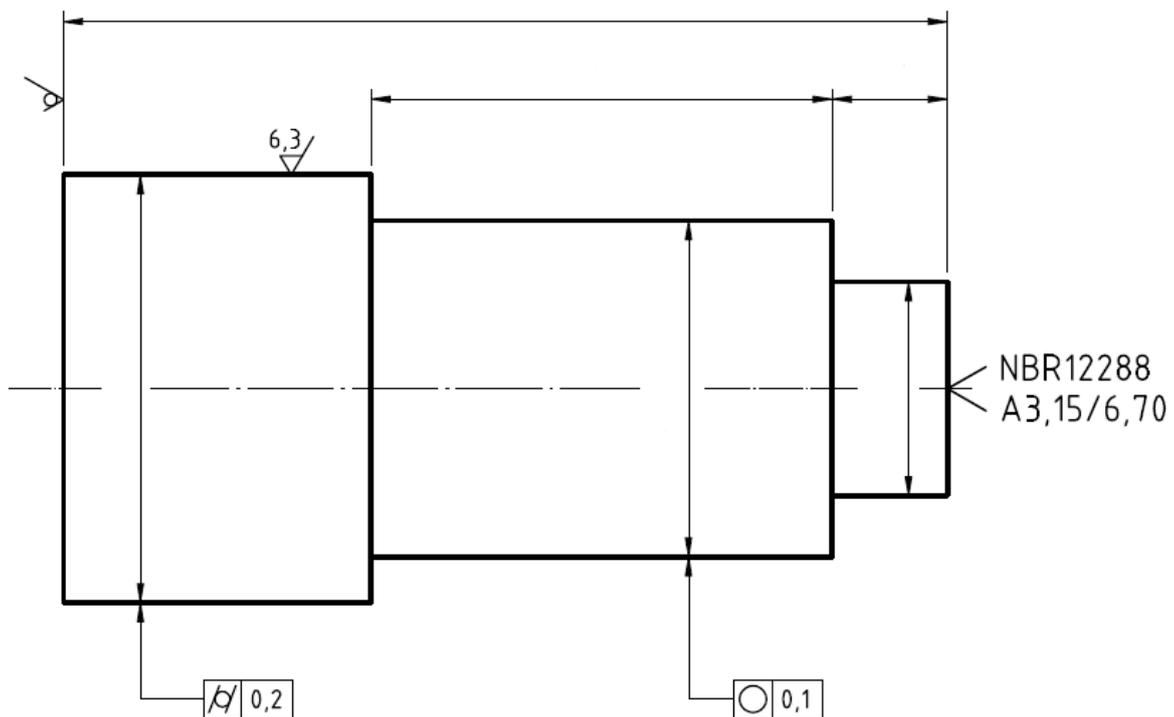
3º Passo: Sabendo que a diagonal do corpo maior deste cilindro mede aproximadamente 63,25 mm, determine o diâmetro que este corpo deverá assumir, depois de usinado.

(*Observação:* aproxime o resultado para o maior inteiro).



$$\begin{aligned}a^2 &= b^2 + c^2 \\63,25^2 &= b^2 + 40^2 \\63,25^2 - 40^2 &= b^2 \\b^2 &= 2.400,5625 \\b &= \sqrt{2.400,5625} \\b &= 48,99 \text{ mm} \\b &\approx 49 \text{ mm}\end{aligned}$$

Depois de aplicados todos os passos, agora coloque todas as cotas em um só desenho e mãos à obra!



2 RELAÇÕES TRIGONOMÉTRICAS

2.1 Introdução

Há muito tempo, algumas medições eram realizadas de formas indiretas, principalmente referentes aos corpos celestes, para a navegação. Com o estudo das relações métricas no triângulo retângulo, estas medidas se tornaram mais eficientes e mais precisas (SENAI, 2015).

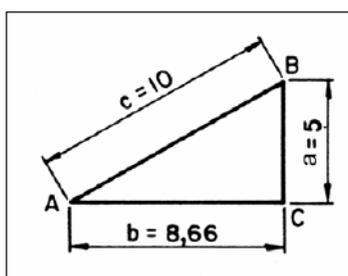
No triângulo retângulo, existem algumas importantes relações. Uma delas é o Teorema de Pitágoras, já citado anteriormente, outra seriam as Relações Trigonométricas, que admitem três casos: **seno**, **cosseno** e **tangente**. Tais relações possibilitam novas visões de ferramentas matemáticas capazes de tornar viáveis os cálculos outrora impossíveis.

2.2 Seno

A razão entre o cateto oposto do ângulo e a hipotenusa tem o nome de seno (sen).

Determinar o **seno** dos ângulos \hat{A} e \hat{B} do triângulo.

Figura 16 – Triângulo retângulo para identificação do seno



Fonte: SENAI (2007, p. 249).

$$\text{sen } \hat{A} = \frac{\text{cateto oposto}}{\text{hipotenusa}} = \frac{a}{c} = \frac{5}{10} = 0,5$$

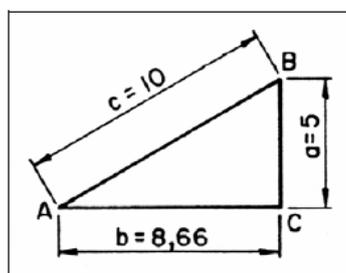
$$\text{sen } \hat{B} = \frac{\text{cateto oposto}}{\text{hipotenusa}} = \frac{b}{c} = \frac{8,66}{10} = 0,866$$

2.3 Cosseno

A razão entre o cateto adjacente e a hipotenusa tem o nome de cosseno (cos).

Determinar o **cosseno** dos ângulos \hat{A} e \hat{B} do triângulo.

Figura 17 – Triângulo retângulo para identificação do cosseno



Fonte: SENAI (2007, p. 249).

$$\text{cos } \hat{A} = \frac{\text{cateto adjacente}}{\text{hipotenusa}} = \frac{b}{c} = \frac{8,66}{10} = 0,866$$

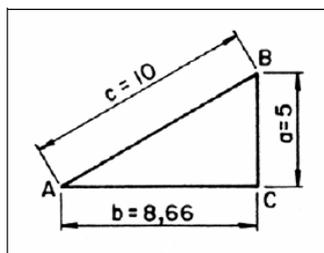
$$\text{cos } \hat{B} = \frac{\text{cateto adjacente}}{\text{hipotenusa}} = \frac{a}{c} = \frac{5}{10} = 0,5$$

2.4 Tangente

A razão entre o cateto oposto e o cateto adjacente tem o nome de tangente (tg).

Determinar a **tangente** dos ângulos \hat{A} e \hat{B} do triângulo.

Figura 18 – Triângulo retângulo para identificação da tangente



Fonte: SENAI (2007, p. 250).

$$\operatorname{tg} \hat{A} = \frac{\text{cateto oposto}}{\text{cateto adjacente}} = \frac{a}{b} = \frac{5}{8,66} = 0,577$$

$$\operatorname{tg} \hat{B} = \frac{\text{cateto oposto}}{\text{cateto adjacente}} = \frac{b}{a} = \frac{8,66}{5} = 1,732$$

Observação: Vale lembrar que a tangente também pode ser obtida através da razão entre as medidas do seno e cosseno, nesta ordem.

2.5 Ângulos notáveis

No triângulo, os ângulos de 30° , 45° e 60° são considerados notáveis, pois estão presentes em diversos cálculos.

Por esse motivo, seus valores trigonométricos correspondentes são organizados em uma tabela. Veja:

Quadro 2 – Ângulos notáveis

| | 30° | 45° | 60° |
|------|---------------|----------------------|----------------------|
| Seno | $\frac{1}{2}$ | $\frac{\sqrt{2}}{2}$ | $\frac{\sqrt{3}}{2}$ |

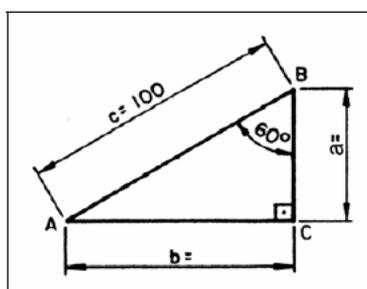
| | | | |
|-----------------|----------------------|----------------------|---------------|
| Cosseno | $\frac{\sqrt{3}}{2}$ | $\frac{\sqrt{2}}{2}$ | $\frac{1}{2}$ |
| Tangente | $\frac{\sqrt{3}}{3}$ | 1 | $\sqrt{3}$ |

Fonte: IEZZI (2013, p. 18).

Exemplo

Completar os ângulos e as medidas do triângulo retângulo abaixo.

Figura 19 – Triângulo retângulo para aplicação do seno e do cosseno



Fonte: SENAI (2007, p. 251).

Solução:

Sabe-se que a soma dos ângulos internos de um triângulo é sempre 180° .

Então:

$$\hat{A} = 180^\circ - (90^\circ + 60^\circ)$$

$$\hat{A} = 180^\circ - 150^\circ$$

$$\hat{A} = 30^\circ$$

Por seno temos:

$$\text{sen } \hat{A} = \frac{\text{cateto oposto}}{\text{hipotenusa}}$$

$$\text{sen } \hat{A} = \frac{a}{100}$$

$$a = 100 \cdot \text{sen } \hat{A}$$

Como, $\text{sen } \hat{A} = \text{sen } (30^\circ) = 0,5$

$$a = 100 \cdot 0,5$$

$$a = 50$$

Agora, só falta determinar o lado **b** (pelo cosseno):

$$\text{cos } \hat{A} = \frac{\text{cateto adjacente}}{\text{hipotenusa}}$$

$$\text{cos } \hat{A} = \frac{b}{100}$$

$$b = 100 \cdot \text{cos } \hat{A}$$

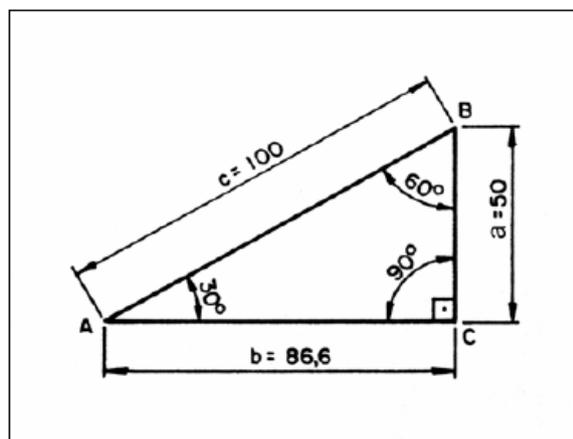
Como, $\text{cos } \hat{A} = \text{cos } (30^\circ) = 0,866$

$$b = 100 \cdot 0,866$$

$$b = 86,6$$

Finalmente, o triângulo fica com as seguintes medidas:

Figura 20 – Triângulo retângulo com suas medidas



Fonte: SENAI (2007, p. 252).

$$\begin{array}{ll} \hat{A} = 30^\circ & a (\overline{BC}) = 50 \\ \hat{B} = 60^\circ & b (\overline{AC}) = 86,6 \\ \hat{C} = 90^\circ & c (\overline{AB}) = 100 \end{array}$$

É possível também, com o auxílio da calculadora, encontrarmos um certo ângulo, sabendo sua medida de seno, cosseno ou tangente.

Para achar os ângulos sabendo os senos, cossenos e tangentes, usam-se as funções “arco de seno”, “arco de cosseno” e “arco de tangente”, ou seja $\arcsin(x)$, $\arccos(x)$ e $\arctg(x)$ respectivamente. Algumas bibliografias também as representam como função inversa, ou seja,

$$\sin^{-1}(x), \quad \cos^{-1}(x) \quad \text{e} \quad \text{tg}^{-1}(x)$$

Exemplo

Dado o $\text{sen } \beta = 0,5877$, determine o ângulo β .

Para achar o ângulo β , basta encontrarmos a função:

$\arcsin(0,5877)$ ou $\sin^{-1}(0,5877)$.

- Para isto, deve-se primeiramente digitar a tecla *Shift* seguido da tecla *sin*;
- Depois digite o número 0,5877 no visor da calculadora;
- Por fim, digite a tecla igual que logo em seguida aparecerá no visor o valor do ângulo desejado.

Assim:

$$\sin \beta = 0,5877 \quad \rightarrow \quad \sin^{-1}(0,5877) \quad \rightarrow \quad \beta \cong 36^\circ$$

OBSERVAÇÃO: As operações são análogas para as outras relações trigonométricas.

2.6 Praticando

1) Um trabalhador deverá elevar uma bobina de cabo de aço por uma inclinação que possui 40 metros de comprimento e forma com o plano horizontal um ângulo de 30° . Determine a altura de elevação tomando em consideração o ponto mais alto da inclinação.

$$\sin 30^\circ = \frac{x}{40}$$

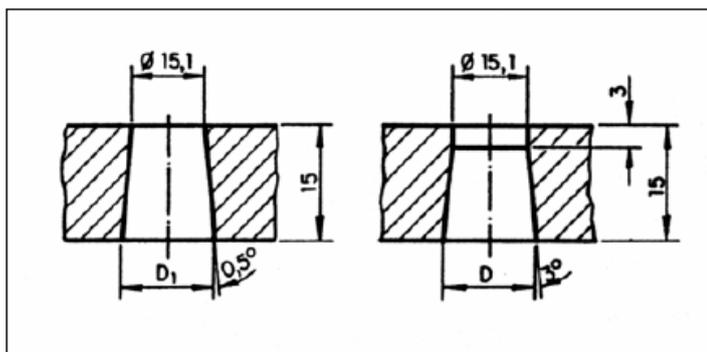
$$x = 40 \cdot 0,5$$

$$x = 20 \text{ m}$$

R: A altura de elevação é 20 m.

2) Calcule as cotas **D** e **D1**.

Figura 21 – Peças com furos inclinados



Fonte: SENAI (2007, p. 259).

$$\operatorname{tg} 0,5^\circ = \frac{x}{15}$$

$$x = 0,13$$

$$D_1 = 2 \cdot 0,13 + 15,1$$

$$D_1 = 15,36 \text{ mm}$$

$$\operatorname{tg} 3^\circ = \frac{y}{12}$$

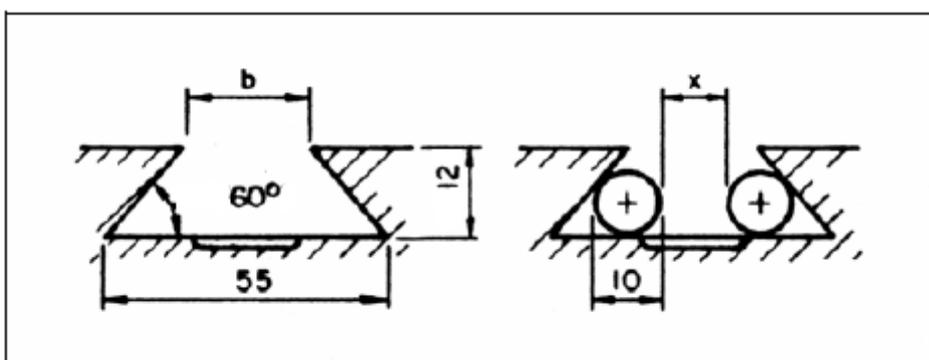
$$y = 0,63$$

$$D = 2 \cdot 0,63 + 15,1$$

$$D = 16,36 \text{ mm}$$

3) Calcule as medidas **b** e **x**.

Figura 22 – Interpretação da trigonometria no rabo de andorinha



Fonte: SENAI (2007, p. 259).

$$\operatorname{tg} 60^\circ = \frac{12}{a}$$

$$a = \frac{12}{1,73}$$

$$a = 6,93$$

$$b = 55 - 2 \cdot 6,93$$

$$b = 41,14 \text{ mm}$$

$$d = 8,66$$

$$\operatorname{tg} 30^\circ = \frac{5}{d}$$

$$d = \frac{5}{0,577}$$

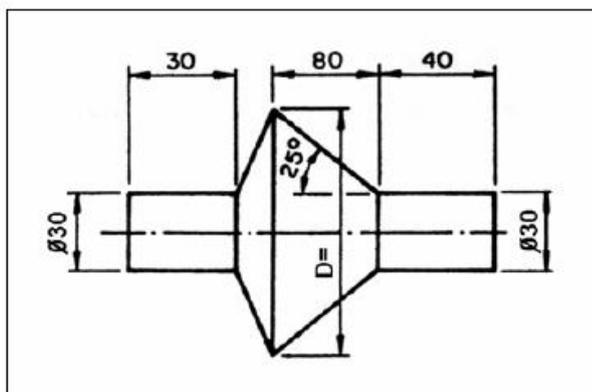
$$55 = 8,66 + 5 + x + 8,66$$

$$55 - 27,32 = x$$

$$x = 27,68 \text{ mm}$$

4) Determinar o diâmetro **D** da peça abaixo.

Figura 23 – Interpretação da trigonometria num eixo cônico



Fonte: SENAI (2015, p. 240).

$$\operatorname{tg} 25^\circ = \frac{x}{80}$$

$$x = 37,3$$

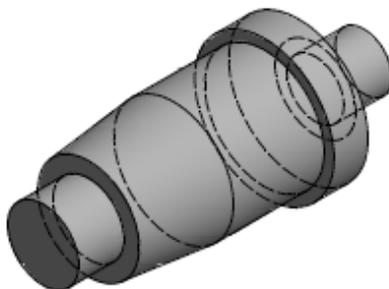
$$D = 37,3 \cdot 2 + 30$$

$$D = 104,6 \text{ mm}$$

2.7 Relacionando teoria e prática

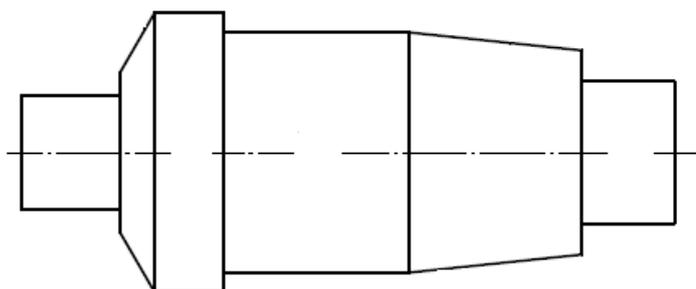
Dando sequência ao item da seção anterior, a tarefa 19 no Caderno de Tarefas do aluno, depois de concluída, remete à produção do *eixo cilíndrico e cônico com rebaxos* – Tarefa 20: Caderno de Tarefas – (SENAI, 1999).

Para melhor visualização, segue a representação da peça que será usinada em três dimensões.

Figura 24 – Eixo cilíndrico e cônico com rebaiços – 3D

Fonte: Autoria própria.

Por outro lado, segue a forma cujo eixo será apresentado no seu plano de trabalho, fornecido na prática profissional:

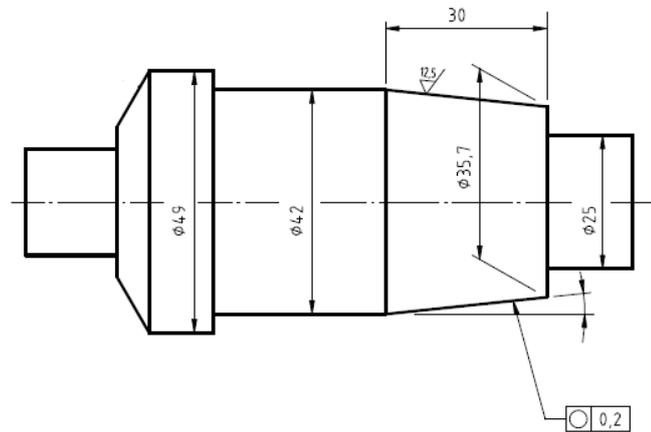
Figura 25 – Eixo cilíndrico e cônico com rebaiços – planificado

Fonte: Adaptado de SENAI (1999, p. 23).

Deste modo, espera-se que aplicando os conceitos aprendidos neste capítulo, vocês consigam determinar as cotas necessárias para melhor usinabilidade desta nova peça.

1º Passo: Com bases nas cotas apresentadas, determine a angulação que deverá ter a ferramenta para torneiar o corpo cônico da peça.

(*Observação:* aproxime o resultado para o maior inteiro).



$$42 - 35,7 = 6,3$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{3,15}{30}$$

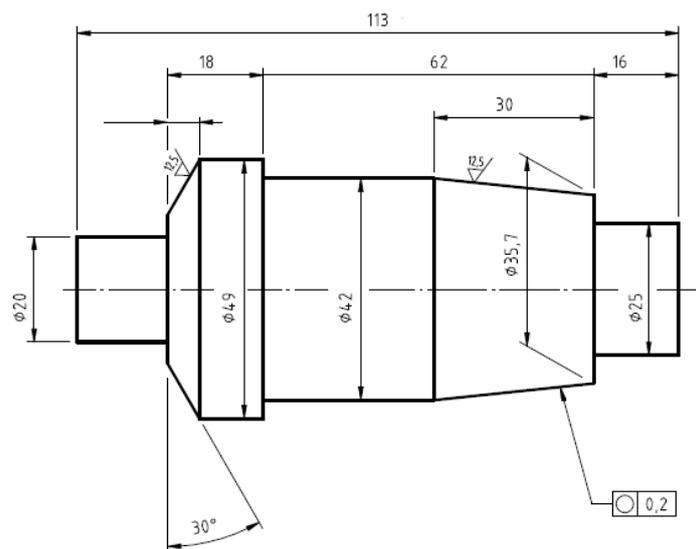
$$\frac{6,3}{2} = 3,15$$

$$\operatorname{tg} \alpha = 0,105$$

$$\alpha \approx 6^\circ$$

$$\operatorname{tg}^{-1}(0,105) = 5,99$$

2º Passo: Sabendo que a angulação deve ser de 30° para toronar o corpo cônico da peça, localizado em sua parte esquerda, determine a altura que este deve assumir. (*Observação:* aproxime o resultado para o maior inteiro).



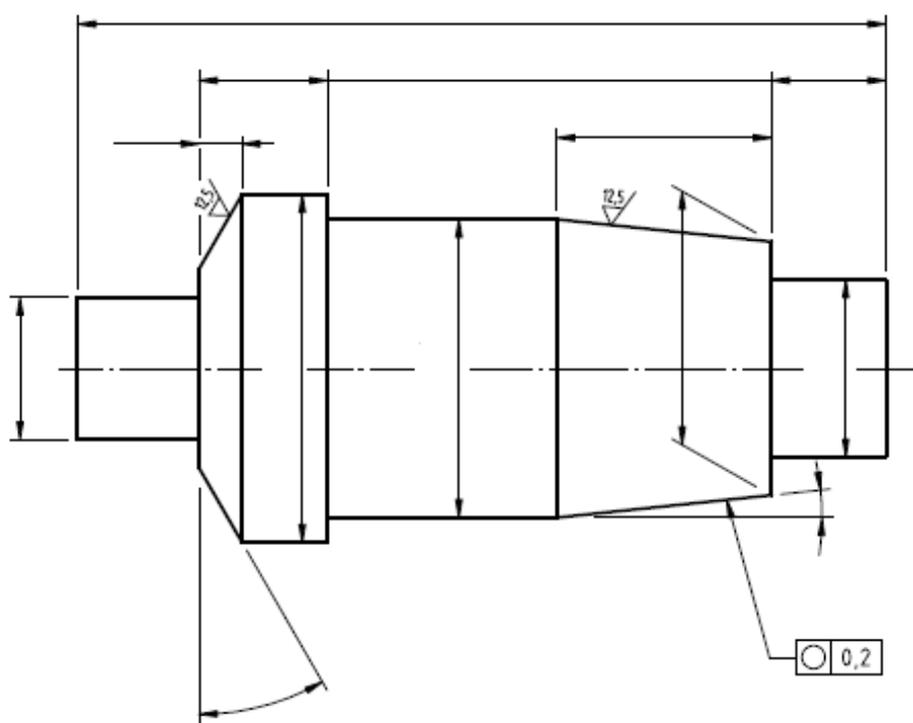
$$\operatorname{tg} 30^{\circ} = \frac{x}{10}$$

$$x = 0,57 \cdot 10$$

$$x = 5,7$$

$$x \approx 6$$

Depois de aplicado todos os passos, agora coloque todas as cotas em um só desenho e mãos à obra!



3 CÁLCULOS OPERACIONAIS

3.1 Velocidade de corte

Para SENAI (2004), o operador de usinagem deve calcular a velocidade de corte, os avanços e potências requeridas pela máquina. Para que uma ferramenta corte um material, é necessário que um se movimente em relação ao outro a uma velocidade adequada.

SENAI (2010) define Velocidade de corte como sendo o espaço que a ferramenta percorre, cortando um material, dentro de um determinado tempo. Esse dado é necessário para calcular o RPM (número de rotações por minuto). É considerada a principal grandeza de corte, responsável pelos tempos de usinagem produtivos e de vida útil da ferramenta. Possui também grande efeito sobre o acabamento da peça usinada.

A velocidade de corte (VC) depende de uma série de fatores, como:

- Tipo de material da ferramenta;
- Tipo de material a ser usinado;
- Tipo de operação a ser realizada;
- Condições da refrigeração;
- Condição da máquina.

Embora exista uma fórmula que expresse a velocidade de corte, ela é fornecida por tabelas que são compatíveis com o tipo de operação, tipo de material da ferramenta e o tipo de material a ser usinado.

Velocidades de corte empregadas para diversos materiais, considerando uma vida de 240 minutos e avanço de 0,2 mm/rotação.

Quadro 3 – Velocidade de corte

| TABELA DE VELOCIDADE DE CORTE (V) PARA O TORNO (EM METROS POR MINUTO) | | | | | |
|--|---------------------------|------------|------------------------|-----------------------------------|------------|
| MATERIAIS | FERRAMENTAS DE AÇO RÁPIDO | | | FERRAMENTAS DE CARBONETO-METÁLICO | |
| | DESBASTE | ACABAMENTO | ROSCAR RECARTEILHAR | DESBASTE | ACABAMENTO |
| AÇO 1020 | 25 | 30 | 10 | 200 | 300 |
| AÇO 1045 | 20 | 25 | 8 | 120 | 160 |
| AÇO EXTRADURO 1060 | 15 | 20 | 6 | 40 | 60 |
| FERRO FUNDIDO MALEÁVEL | 20 | 25 | 8 | 70 | 85 |
| FERRO FUNDIDO GRIS | 15 | 20 | 8 | 65 | 95 |
| FERRO FUNDIDO DURO | 10 | 15 | 6 | 30 | 50 |
| BRONZE | 30 | 40 | 10-25 | 300 | 380 |
| LATÃO E COBRE | 40 | 50 | 10-25 | 350 | 400 |
| ALUMÍNIO | 60 | 90 | 15-35 | 500 | 700 |
| FIBRA E EBONITE | 25 | 40 | 10-20 | 120 | 150 |

Fonte: SENAI (2010, p. 249).

Para SENAI (2010), dos materiais para ferramentas destaca-se a utilização dos aços rápidos (HSS - *High Speed Steel*) e os insertos intercambiáveis de metal duro. Os aços HSS são muito empregados na fabricação de ferramentas de barra, brocas, fresas e alargadores. Devido a menor resistência mecânica, desgasta-se mais rapidamente, requerendo frequentemente reafiação da ferramenta. Mais resistente e prático, os insertos de metal duro são montados em suportes com a mais variada geometria. Considerando a relação benefício/custo, normalmente as pastilhas não sofrem afiação, sendo descartadas após o término de sua vida útil.

A velocidade de corte está relacionada diretamente com o diâmetro da peça e a rotação do eixo árvore, conforme fórmula abaixo.

$$VC = \frac{\pi * D * N}{1000}$$

onde:

VC = Velocidade de Corte (m/min);

$\pi = 3,14$ (constante);

D = Diâmetro (mm);

N = Rotação do eixo árvore (RPM);

Dica

Como o diâmetro da peça é dado em milímetros e a velocidade de corte é dada em metros por minuto, é necessário transformar a unidade de medida dada em metros para milímetros utilizando o fator 1.000.

3.2 Cálculo de RPM em função da velocidade de corte

Para o cálculo da RPM em função da velocidade de corte, utiliza-se a fórmula:

$$N = \frac{VC * 1000}{\pi * D}$$

Exemplo: você precisa tornear um tarugo de aço 1045 com \varnothing 50 mm. Lembre-se de que a ferramenta é de aço rápido.

Os dados que você tem são:

VC = 20 m/min (dado encontrado na tabela)

D = 50 mm

N = ?

Substituindo os valores na fórmula:

$$N = \frac{20 * 1000}{3,14 * 50}$$

$$N = 127 \text{ rpm}$$

3.3 Praticando

1) Quantas rotações por minuto (rpm) deve-se empregar para desbastar no torno um tarugo de alumínio de 40 mm de diâmetro, usando uma ferramenta de metal duro?

$$N = \frac{V_c \cdot 1000}{\pi \cdot D}$$

$$N = \frac{500 \cdot 1000}{3,14 \cdot 40}$$

$$N = \frac{500 \ 000}{125,6}$$

$$N = 3 \ 981 \text{ rpm}$$

2) Qual é a rpm adequada para furar uma peça de aço 1045 com uma broca de aço rápido de 14 mm de diâmetro, se a velocidade indicada na tabela é de 18 m/min?

$$N = \frac{V_c \cdot 1000}{\pi \cdot D}$$

$$N = \frac{18 \cdot 1000}{3,14 \cdot 14}$$

$$N = \frac{18 \ 000}{43,96}$$

$$N = 409 \text{ rpm}$$

3.4 Relacionando teoria e prática

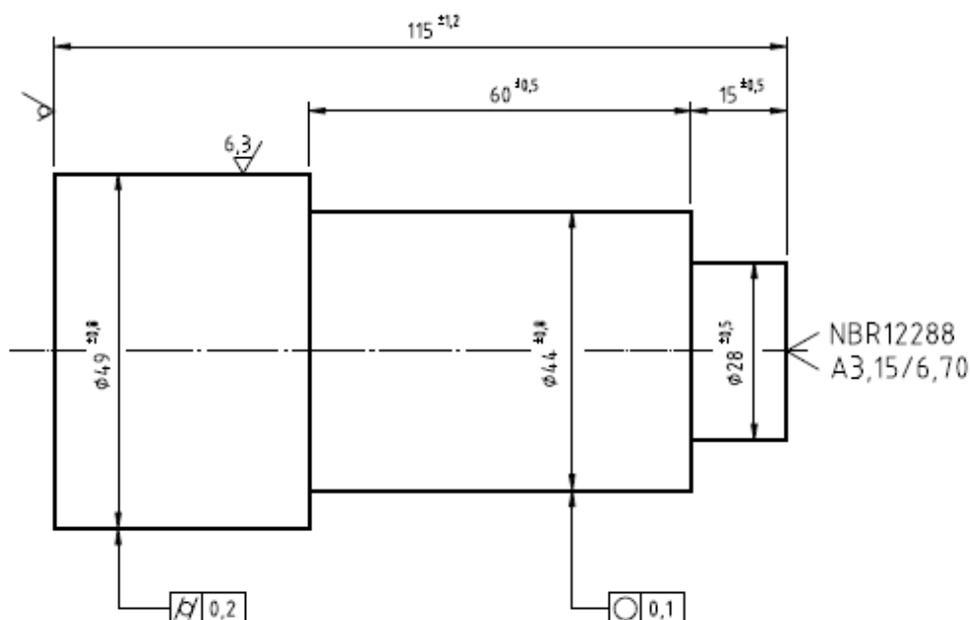
Saber efetuar os cálculos de Velocidade de Corte e RPM neste momento é de suma importância para dar sequência ao trabalho já iniciado, pois só assim você conseguirá atingir as especificidades de cada peça, a fim de dar melhores acabamentos e usinabilidade.

Deste modo, para SENAI (1999) ainda se tratando das peças executadas nos capítulos anteriores (tarefa 19 - *eixo cilíndrico de três corpos* e tarefa 20 - *eixo cilíndrico e cônico com rebaixos* do caderno de tarefas), seu dever neste momento é efetuar os cálculos de Velocidade de Corte e Rotações por Minuto quando necessário, aplicando os conceitos aprendidos nesta seção.

1º Passo: Sabe-se que a peça executada é feita de material aço 1020 e que a ferramenta utilizada no processo é de metal duro, deste modo determine a velocidade de corte e rpm tanto para torneiar, quanto para facear.

Obs.: Efetuar os cálculos para os três diâmetros cotados a seguir:

Figura 26 – Eixo cilíndrico de três corpos com todas as cotas



Fonte: SENAI (1999, p. 22).

Tornear (desbaste)

$$V_c = 200 \text{ m/min}$$

$$\emptyset 49: N = \frac{V_c \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{200 \cdot 1000}{3,14 \cdot 49}$$

$$N = 1 \ 300 \text{ rpm}$$

$$\emptyset 44: N = \frac{V_c \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{200 \cdot 1000}{3,14 \cdot 44}$$

$$N = 1 \ 448 \text{ rpm}$$

$$\emptyset 28: N = \frac{V_c \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{200 \cdot 1000}{3,14 \cdot 28}$$

$$N = 2 \ 275 \text{ rpm}$$

Facear (acabamento)

$$V_c = 300 \text{ m/min}$$

$$\emptyset 49: N = \frac{V_c \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{300 \cdot 1000}{3,14 \cdot 49}$$

$$N = 1 \ 950 \text{ rpm}$$

$$\emptyset 44: N = \frac{V_c \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{300 \cdot 1000}{3,14 \cdot 44}$$

$$N = 2 \ 171 \text{ rpm}$$

$$\emptyset 28: N = \frac{V_c \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{300 \cdot 1000}{3,14 \cdot 28}$$

$$N = 3 \ 412 \text{ rpm}$$

2º Passo: Tomando como base o diâmetro de 42 mm, determine a velocidade de corte para facear e tornear, sabendo que o RPM para facear é de 300 rot/min. e o para tornear é de 200 rot/min.

Tornear (desbaste)

$$V_c = \frac{\pi \cdot D \cdot N}{1 \ 000}$$

$$V_c = \frac{3,14 \cdot 42 \cdot 200}{1 \ 000}$$

$$V_c = 26 \text{ m/min}$$

Facear (acabamento)

$$V_c = \frac{\pi \cdot D \cdot N}{1 \ 000}$$

$$V_c = \frac{3,14 \cdot 42 \cdot 300}{1 \ 000}$$

$$V_c = 40 \text{ m/min}$$

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília, 2000.

IEZZI, Gelson. **Fundamentos de matemática elementar** – vol. 3 – Trigonometria. 9ª ed. São Paulo: Editora Atual, 2013.

MEDRADO, Betânia Passos. **Espelho, espelho meu: um estudo sócio cognitivo sobre a conceptualização do fazer pedagógico em narrativas de professoras**. 2006. 322 f. Tese (Doutorado em Linguística), Centro de Artes e Comunicação, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2006. Disponível em: www.ufpe.br/pgletras/2006/teses/tese-betania.pdf. Acesso em: 5 mai. 2019.

SENAI – SP. **Caderno de tarefas Caminhão betoneira cara chata**. São Paulo: SENAI-SP Editora, 1999.

SENAI – SP. **Iniciação ao comando numérico**. São Paulo: SENAI-SP Editora, 2004.

SENAI – SP. **Matemática I**. São Paulo: SENAI-SP Editora, 2007.

SENAI – SP. **Matemática** – vol. I. São Paulo: SENAI-SP Editora, 2015.

SENAI – SP. **Tecnologia Aplicada I: Caminhão betoneira cara chata**. 5. ed. São Paulo: SENAI-SP Editora, 2010.