

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA FLUMINENSE
CAMPUS CAMPOS CENTRO
COORDENAÇÃO DO CURSO DE LICENCIATURA EM MATEMÁTICA

DEBORAH ALVES HORTA

**BASE MATEMÁTICA PARA O ESTUDO DE METROLOGIA DIMENSIONAL
NOS CURSOS TÉCNICOS EM MECÂNICA: proposta de material complementar**

Campos dos Goytacazes/RJ

Julho – 2020.2

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA FLUMINENSE
CAMPUS CAMPOS CENTRO
COORDENAÇÃO DO CURSO DE LICENCIATURA EM MATEMÁTICA

DEBORAH ALVES HORTA

**BASE MATEMÁTICA PARA O ESTUDO DE METROLOGIA DIMENSIONAL NOS
CURSOS TÉCNICOS EM MECÂNICA: proposta de material complementar**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Licenciatura em
Matemática do Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia Fluminense *Campus* Campos
Centro, como requisito parcial para conclusão do
Curso de Licenciatura em Matemática.

Orientadora: Me. Carla Antunes Fontes

Campos dos Goytacazes/RJ

Julho – 2020.2

Biblioteca Anton Dakitsch
CIP - Catalogação na Publicação

H821b Horta, Deborah Alves
Base matemática para o estudo de Metrologia Dimensional nos Cursos
Técnicos em Mecânica / Deborah Alves Horta - 2021.
142 f.: il. color.

Orientador: Carla Antunes Fontes

Trabalho de conclusão de curso (graduação) -- Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, Campus Campos Centro,
Curso de Licenciatura em Matemática, Campos dos Goytacazes, RJ, 2021.
Referências: f. 82 a 84.

1. Metrologia Dimensional. 2. aprendizagem significativa. 3. técnico
em Mecânica. 4. medidas lineares. I. Fontes, Carla Antunes, orient. II. Título.

DEBORAH ALVES HORTA

BASE MATEMÁTICA PARA O ESTUDO DE METROLOGIA DIMENSIONAL NOS
CURSOS TÉCNICOS EM MECÂNICA: proposta de material complementar

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Licenciatura em
Matemática do Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia Fluminense *Campus* Campos
Centro, como requisito parcial para conclusão do
Curso de Licenciatura em Matemática.

Aprovada em 22 de julho de 2021.

Banca Examinadora:



Ana Paula Rangel de Andrade (Examinadora)
Doutora em Planejamento Regional e Gestão da Cidade/UCAM
IFFluminense *Campus* Campos Centro



André Luiz Vicente de Carvalho (Examinador)
Mestre em Engenharia da Energia/UFSJ-MG
IFFluminense *Campus* Itaperuna



Carla Antunes Fontes (Orientadora)
Mestre em Matemática Aplicada/UFRJ
IFFluminense *Campus* Campos Centro

Dedico este trabalho a minha vó Natalina, *in memoriam*, por todo apoio, incentivo e compreensão enquanto estive ao meu lado durante a realização desse curso.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me dar força, saúde e sabedoria nessa jornada. Foram muitas dificuldades e barreiras, mas Ele nunca me deixou desistir.

Agradecimentos especiais à minha mãe, ao meu pai e aos meus irmãos, que sempre me incentivaram e apoiaram nas horas mais difíceis dessa trajetória. Em especial, ao meu irmão Sidney que colaborou com a revisão do resumo na língua inglesa.

À minha vó Natalina, pois quando iniciei a faculdade ela ainda estava entre nós e suas orações foram fundamentais a cada fase concluída.

Gratidão à minha orientadora, colega de profissão e amiga, Carla Antunes Fontes por quem tenho profunda admiração e fraterno carinho.

Aos colegas de trabalho do Instituto Federal Fluminense *Campus* Itaperuna, que sempre se colocaram à disposição para que eu pudesse conciliar os horários de estudos com os horários de trabalho. Em especial ao Professor André Luiz Vicente de Carvalho pela colaboração como membro da banca avaliadora e à Professora Cristiane Bouzada, que fez a revisão final do resumo em inglês.

À professora Ana Paula Rangel de Andrade pelas contribuições dadas durante a apresentação do projeto e pela participação na banca de avaliação.

Aos meus alunos que contribuíram com a pesquisa respondendo ao Questionário de Perfil e as atividades propostas e que sempre me apoiaram quando precisei me ausentar em algumas etapas do desenvolvimento deste trabalho.

Por fim, mas não menos importante, gratidão aos meus amigos, em especial a Ivan Fagundes, que sempre torceram por mim e me dedicaram palavras de incentivo em diversos momentos de dificuldades.

“Significativa é a experiência que encontra eco na intencionalidade do indivíduo”.

(Márcia Oliveira Rocha)

RESUMO

Partindo da inegável conexão existente entre a Matemática e diversas disciplinas de cursos de formação técnica, e compreendendo sua importância também na formação do homem para a vida em sociedade, torna-se necessário fazer com que a ligação entre as áreas propedêutica e técnica seja corriqueira no cotidiano escolar dos referidos cursos, proporcionando aprendizado significativo por meio de uma abordagem interdisciplinar e contextualizada. Verifica-se que a ausência de integração entre os conteúdos técnicos e propedêuticos dificulta a abordagem de alguns assuntos nas disciplinas técnicas, já que os alunos apresentam dificuldades em relacionar os conhecimentos adquiridos na Educação Básica aos da área técnica. Este trabalho tem como objetivo determinar os aspectos teóricos e metodológicos que devem ser considerados na elaboração de um material que contribua para a revisão de conteúdos matemáticos da Educação Básica, essenciais ao estudo de “Metrologia Dimensional”, para os alunos do Curso Técnico em Mecânica Concomitante ao Ensino Médio do IFFluminense *Campus* Itaperuna/RJ. Partindo da análise de documentos como a Base Nacional Comum Curricular e as Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica, e adotando como referenciais teórico-metodológicos a Teoria da Aprendizagem Significativa, proposta por Ausubel e estudada por Moreira (2012), além dos conceitos de contextualização e interdisciplinaridade abordados por Kato e Kawasaki (2011) e Santos, Nunes e Viana (2017), elaborou-se um material que auxilie o docente no processo de revisão dos conteúdos matemáticos da Educação Básica fundamentais ao aprendizado da supracitada disciplina. A pesquisa tem cunho qualitativo e é caracterizada como Estudo de Caso do tipo analítico. Utilizando como instrumentos de coleta de dados uma Atividade Diagnóstica e um Questionário de Perfil, as etapas iniciais foram realizadas, respectivamente, para identificar as maiores dificuldades apresentadas pelos alunos quanto aos conteúdos de matemática da Educação Básica essenciais ao estudo de “Metrologia Dimensional” e conhecer as características socioeconômicas e os perfis pessoal e acadêmico dos alunos. Os dados obtidos com a aplicação do Questionário de Perfil indicaram que o público-alvo apresentava características usualmente observadas em alunos da Educação de Jovens e Adultos. Na etapa seguinte, deu-se a pesquisa por referencial teórico e, posteriormente, a elaboração do material. Destaca-se o ineditismo do trabalho, tanto no que se refere à Instituição utilizada para estudo como à elaboração de questões contextualizadas, voltadas ao curso escolhido como objeto de análise. Acredita-se que este trabalho e o material elaborado possam servir de base aos professores da área técnica, no processo de retomada dos organizadores prévios essenciais ao desenvolvimento da disciplina de “Metrologia Dimensional” ou equivalente, facilitando a abordagem dos conteúdos de forma relevante e significativa para a formação do futuro profissional Técnico em Mecânica ou áreas afins.

Palavras-chave: Metrologia Dimensional; aprendizagem significativa; técnico em Mecânica; medidas lineares.

ABSTRACT

Following from the undeniable connection between Mathematics and several disciplines of technical training courses, and understanding its importance also in the formation of man for life in society, it is necessary to make the connection between the propaedeutic and technical areas commonplace in the school routine of these courses, providing significant learning through an interdisciplinary and contextualized approach. It appears that the lack of integration between the technical and introductory contents makes it difficult to approach some subjects in the technical disciplines, as students have difficulties in relating the knowledge acquired in Basic Education to those in the technical area. This work aims to determine the theoretical and methodological aspects that should be considered in the preparation of a material that contributes to the review of mathematical contents of Basic Education, essential to the study of "Dimensional Metrology", for students of the Technical Course in Concurrent Mechanics to High School at IFFluminense *Campus* Itaperuna/RJ. Starting from the analysis of documents such as the Common National Curriculum Base and the National Curriculum Guidelines for Basic Education, and adopting as theoretical-methodological references the Theory of Meaningful Learning, proposed by Ausubel and studied by Moreira (2012), in addition to the concepts of contextualization and interdisciplinarity addressed by Kato and Kawasaki (2011) and Santos, Nunes and Viana (2017), a material was developed to help teachers in the process of reviewing the mathematical contents of Basic Education, which are fundamental to learning the aforementioned discipline. The research has a qualitative nature and is characterized as an analytical case study. Using a Diagnostic Activity and a Profile Questionnaire as data collection instruments, the initial steps were carried out, respectively, to identify the greatest difficulties presented by the students regarding the mathematics contents of Basic Education essential to the study of "Dimensional Metrology" and to know the socioeconomic characteristics and the personal and academic profiles of the students. The data obtained with the application of the Profile Questionnaire indicated that the target audience had characteristics usually observed in students from Youth and Adult Education. In the next step, there was a research by theoretical framework and, later, the preparation of the material. The originality of the work stands out, both with regard to the institution used for the study and the elaboration of contextualized questions, aimed at the course chosen as the object of analysis. It is believed that this work and the material prepared can serve as a basis for teachers in the technical area, in the process of retaking the previous organizers essential to the development of the discipline of "Dimensional Metrology" or equivalent, facilitating the approach to the contents in a relevant and meaningful way for the training of the future professional Technician in Mechanics or related areas.

Keywords: Dimensional Metrology; meaningful learning; Mechanical technician; linear measurements.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Trecho da apostila “Conceitos Matemáticos Preliminares”: definição de números racionais.....	54
Figura 2 – Trecho da apostila “Conceitos Matemáticos Preliminares”: conceito de Algarismos significativos.....	54
Figura 3 – Trecho da apostila “Conceitos Matemáticos Preliminares”: observação sobre o cuidado com o uso das regras de arredondamento.	55
Figura 4 – Atividades Contextualizadas: questão 5.....	58
Figura 5 – Atividades Contextualizadas: questão 2.....	58
Figura 6 – Atividades Contextualizadas: destaque das observações a serem realizadas pelo professor.	59
Figura 7 – Atividades Contextualizadas: duas opções de resolução para a questão 2.	59
Figura 8 – Atividades Contextualizadas: trecho da questão 4.....	60
Figura 9 – Trecho da questão 1: resposta do aluno A (não representou os valores na forma de fração mista).	63
Figura 10 – Trecho da questão 1: resposta do aluno C (soma dos denominadores na adição de frações).	63
Figura 11 – Questão 2: resposta do aluno B (representou a mantissa elevada a um expoente).	64
Figura 12 – Trecho da questão 3: resposta do aluno D (não saber o valor a medir quando o objeto está em perspectiva	64
Figura 13 – Trecho da questão 3: resposta do aluno D (unidade em mm e valor em cm).	65
Figura 14 – Questão 4: resposta do aluno E.	65
Figura 15 – Questão 5: resposta do aluno A.....	66
Figura 16 – Questão 6: resposta do aluno B mostrando os erros (x), (y) e (z).	66

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Percentual de alunos do Curso por Módulo em 2020.1.	67
Gráfico 2 – Percentual de alunos por ano e semestre letivo em que iniciou o curso na Instituição.	69
Gráfico 3 – Faixa etária dos alunos do Curso Técnico em Mecânica Concomitante ao Ensino Médio ao iniciarem o curso no IFF <i>Campus</i> Itaperuna.	70
Gráfico 4 – Atividades diárias dos alunos ao iniciarem o curso no IFF <i>Campus</i> Itaperuna. ...	71
Gráfico 5 – Carga horária semanal de trabalho dos alunos quando iniciaram o curso na Instituição.	72
Gráfico 6 – Distribuição das residências por município.....	73
Gráfico 7 – Meios de transporte utilizados pelos alunos para chegar ao <i>campus</i>	73
Gráfico 8 – Ano em que o aluno concluiu o EF e o EM.	74
Gráfico 9 – Formação acadêmica de maior nível ao iniciar o curso técnico no IFF <i>Campus</i> Itaperuna.	75
Gráfico 10 – Conteúdos matemáticos da Educação Básica, considerados essenciais ao estudo de “Metrologia Dimensional”.	76
Gráfico 11 – Conteúdos de maior dificuldade de aprendizado, segundo os alunos do Curso Técnico em Mecânica do IFF Itaperuna, na disciplina de “Metrologia Dimensional”.	77
Gráfico 12 – Percentual de alunos que declarou ter ou não dificuldade com a representação de valores na forma decimal ou fracionária.	78

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Objetos de conhecimentos, da unidade temática “grandezas e medidas”, estabelecidos para a área de Matemática, para cada ano do EF.	28
Quadro 2 – Objetos de conhecimentos, da unidade temática “números”, estabelecidos para a área de Matemática, para cada ano do EF.	29
Quadro 3 – Relação geral dos trabalhos que apresentavam alguma relação com este estudo..	33
Quadro 4 – Conteúdos abordados em cada seção da apostila “Conceitos Matemáticos Preliminares”.	53
Quadro 5 – Erros mais frequentes identificados na Atividade Diagnóstica.	61

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AD – Atividade Diagnóstica

BNCC – Base Nacional Comum Curricular

CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CEB – Câmara de Educação Básica

CNCT – Catálogo Nacional de Cursos Técnicos

CNE – Conselho Nacional de Educação

CNPq – Conselho Nacional de Pesquisa

CP – Conselho Pleno

DCNEB – Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica

EF – Ensino Fundamental

EJA – Educação de Jovens e Adultos

EM – Ensino Médio

GPEM – ES – Grupo de Estudos e Pesquisas em Educação Matemática no Espírito Santo

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IFES – Instituto Federal do Espírito Santo

IFF – Instituto Federal Fluminense

MEC – Ministério da Educação

MMC – Mínimo Múltiplo Comum

NDE – Núcleo Docente Estruturante

PPC – Projeto Pedagógico do Curso

PRONATEC – Programa Nacional de Ensino Tecnológico

SENAI – Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial

SI – Sistema Internacional de Unidades

TCC – Trabalho de Conclusão de Curso

VIM – Vocabulário Internacional de Metrologia

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	20
2.1 – APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA, INTERDISCIPLINARIDADE E CONTEXTUALIZAÇÃO	20
2.2 – A METROLOGIA COMO ÁREA DE CONHECIMENTO E SUA IMPORTÂNCIA NO COTIDIANO E NA INDÚSTRIA.....	24
2.3 – ATRIBUIÇÕES PROFISSIONAIS DO TÉCNICO EM MECÂNICA: A RELAÇÃO ENTRE A MATEMÁTICA E A METROLOGIA DIMENSIONAL	27
2.4 – APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E O ENSINO TÉCNICO PROFISSIONALIZANTE	30
2.5 – TRABALHOS RELACIONADOS.....	32
2.5.1 – A MATEMÁTICA NOS CURSOS PROFISSIONALIZANTES DE MECÂNICA (WAGNER JOSÉ BOLZAN)	34
2.5.2 – O SABER A SER ENSINADO SOBRE MEDIÇÃO DE COMPRIMENTOS COM O USO DO PAQUÍMETRO EM UM CURSO PROFISSIONALIZANTE (ALMIR DE LIMA SERPA).....	37
2.5.3 – O OLHAR DA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL NA PERSPECTIVA DA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA: UMA COLABORAÇÃO NA CONSTRUÇÃO DO MATERIAL DIDÁTICO DA EJA (JÚLIO CEZAR PÁGIO)	39
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	44
3.1 – METODOLOGIA DA PESQUISA	44
3.1.1 – CARACTERIZAÇÃO DO PÚBLICO-ALVO: ATIVIDADE DIAGNÓSTICA E QUESTIONÁRIO DE PERFIL	47
3.1.1.1 - Atividade Diagnóstica.....	48
3.1.1.2 - Questionário de Perfil	49
3.1.2 – REVISÃO DE LITERATURA	51
3.1.3 – ELABORAÇÃO DO MATERIAL COMPLEMENTAR.....	51
3.1.3.1 - Apostila “Conceitos Matemáticos Preliminares”.....	52
3.1.3.2 - Atividades Contextualizadas.....	55
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	61
4.1 – ATIVIDADE DIAGNÓSTICA	61

4.2 – QUESTIONÁRIO DE PERFIL.....	67
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	79
REFERÊNCIAS.....	82
APÊNDICES	85
APÊNDICE A – Atividade Diagnóstica	86
APÊNDICE B – Questionário de Perfil.....	91
APÊNDICE C – Apostila “Conceitos Matemáticos Preliminares”	94
APÊNDICE D – Atividades Contextualizadas versão aluno.....	117
APÊNDICE E – Atividades Contextualizadas versão professor	125
ANEXOS.....	135
ANEXO A – Ementa da disciplina de “Metrologia Dimensional” antes da revisão do PPC (em vigor até 2019).....	136
ANEXO B – Ementa da disciplina de “Metrologia Dimensional” em vigor, após a revisão do PPC.	141

1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem como foco a revisão de conteúdos de Matemática da Educação Básica essenciais à disciplina de “Metrologia Dimensional”, para alunos do Curso Técnico em Mecânica Concomitante ao Ensino Médio do Instituto Federal Fluminense (IFF) *Campus Itaperuna/RJ*.

A opção por esse tema está atrelada ao fato de que tais conteúdos são primordiais para: i) o desenvolvimento da referida disciplina e de outras do mesmo curso; ii) a compreensão de situações da vida cotidiana que demandam processos de medição e utilização de instrumentos e unidades de medidas de forma adequada.

O que motivou o desenvolvimento deste trabalho foi o fato de que, ainda enquanto aluna do Curso Técnico em Mecânica, no IFF *Campus Campos Centro*, na cidade de Campos dos Goytacazes - RJ e, mais tarde, ao iniciar o trabalho como professora da área de Mecânica no IFF *Campus Itaperuna*, e ter lecionado a disciplina de “Metrologia Dimensional”, quase ininterruptamente, desde o ano de 2012 até o ano em vigência (2021), foi possível notar a dificuldade que os alunos apresentam na compreensão de conteúdos técnicos específicos, devido à defasagem de conhecimentos da área de Matemática. Esse fato indica a necessidade de se desenvolver um material complementar, que possa ser utilizado pelo docente, em caráter introdutório, para revisão dos conteúdos matemáticos fundamentais ao aprendizado dos conteúdos da disciplina “Metrologia Dimensional” ou equivalente.

Como docente, desde o início, notei a característica heterogênea das turmas ingressantes: havia aqueles que ainda estavam cursando o Ensino Médio (EM), mas que, não raras vezes, apresentavam dificuldades por não terem visto alguns conteúdos ao longo da Educação Básica, como também os que estavam afastados do ensino regular há anos (neste estudo, estamos considerando um afastamento superior a cinco anos) e decidiram retomar os estudos. Estes já não tinham mais em sua memória boa parte dos conteúdos que aprenderam na Educação Básica, isso quando não apresentavam idade mais avançada e, nesse caso, eram alunos que fizeram parte de uma época em que alguns desses assuntos nem eram exigidos no currículo acadêmico.

Dessa forma, por iniciativa própria, em 2018, comecei a utilizar as primeiras aulas para fazer uma revisão de alguns tópicos de Matemática da Educação Básica que eram essenciais ao bom desenvolvimento da disciplina “Metrologia Dimensional”, até que, em 2019, o Núcleo Docente Estruturante (NDE) do Curso Técnico em Mecânica deu início à

reformulação do Projeto Pedagógico do Curso (PPC) e entrou em consenso que se fazia necessário rever a matriz de diversas disciplinas, incluindo “Metrologia Dimensional”.

A matriz, que estava vigorando desde 2017, tinha “Matemática Instrumental” como uma das disciplinas do Módulo 1. Entretanto, durante o debate nas reuniões para reformulação do PPC, concluiu-se que as disciplinas técnicas do Módulo 1, que tinham como requisitos alguns tópicos específicos da Matemática, não conseguiam êxito por serem trabalhadas de forma concomitante à disciplina de “Matemática Instrumental”, o que impossibilitava aos alunos o estudo do tópico específico antes do início da disciplina técnica que o exigia.

Partindo desse pressuposto, chegou-se ao entendimento de que a melhor solução seria que cada disciplina, que necessitasse de tópicos específicos de Matemática, incluísse tais tópicos em sua ementa como uma introdução em caráter de revisão. Isso foi feito na disciplina de “Metrologia Dimensional” que, a partir de 2020, passou a ter em sua ementa um tópico dedicado à “Revisão de Matemática” (a ementa da disciplina de Metrologia antes da revisão do PPC, em vigor até 2019, está disponível no Anexo A e a ementa em vigor, após a revisão, pode ser vista no Anexo B).

Desde então, busquei dar início ao desenvolvimento de uma pequena apostila que pudesse servir de base para a condução das aulas de revisão e comecei a utilizá-la como material complementar, já que não existia material didático adequado a essa necessidade.

Bolzan (2003), no processo de elaboração de sua dissertação de mestrado, entrevista instrutores do Curso Técnico em Mecânica de Usinagem do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI) de São Carlos/SP e traz relatos desses instrutores a respeito da importância dos conteúdos de Matemática para o futuro profissional desta área.

Em seu estudo, o autor relata que, de acordo com os depoimentos dos instrutores, não raras vezes, eles precisam ensinar conteúdos de Matemática da Educação Básica a seus alunos, uma vez que, em muitas situações, eles não conseguem fazer a conexão entre os conceitos matemáticos adquiridos ao longo de sua trajetória escolar e os novos, trazidos pelas disciplinas técnicas.

Em seu estudo, o autor relata que, de acordo com os depoimentos dos instrutores, não raras vezes, eles precisam ensinar conteúdos de Matemática da Educação Básica a seus alunos, uma vez que, em muitas situações, eles não conseguem fazer a conexão entre os conceitos matemáticos adquiridos ao longo de sua trajetória escolar e os novos, trazidos pelas disciplinas técnicas. “O instrutor disse que esses alunos não sabem transferir os conceitos matemáticos que trazem do Ensino Fundamental (no caso o conceito de fração) para situações

da prática.” (BOLZAN, 2003, p. 97) Por isso, segundo o autor, é preciso usar parte da aula, que deveria ser para o aprendizado de novos assuntos, para ensinar frações.

Em seu estudo, Bolzan (2003) aponta alguns dos conteúdos matemáticos que os instrutores identificam como importantes para o profissional de mecânica, nos quais os alunos apresentam maiores dificuldades. Dentre eles estão: i) conceito de número fracionário; ii) operações envolvendo números racionais na forma decimal e fracionária; iii) sistema métrico decimal e sistema inglês de medida.

O autor traz, também, relatos de alguns instrutores a respeito da dificuldade dos alunos em aplicar o conteúdo matemático na resolução de problemas propostos pelas disciplinas técnicas.

[...] para se conseguir sucesso no trabalho de formação profissional de seus alunos, não basta ter-se todo maquinário, ferramentas e material de apoio didático à disposição. Eles precisam receber alunos melhor preparados em matemática para poder transferir conhecimentos da matemática acadêmica para o ambiente de oficina, com aptidão na resolução de problemas. No processo de familiarização com outra área do conhecimento, a Tecnologia Mecânica, a matemática deve servir não como obstáculo, mas como uma ferramenta capaz de auxiliar eficazmente na resolução dos problemas advindos dessa área. (BOLZAN, 2003, p. 98).

Bolzan (2003) indica, então, que a ausência de integração entre conteúdos técnicos e propedêuticos é uma realidade que dificulta a abordagem de alguns assuntos nas disciplinas técnicas, uma vez que os alunos apresentam dificuldades em relacionar os conhecimentos adquiridos na Educação Básica aos da área técnica.

Sobre esse aspecto, Pinheiro (2012) relata que as práticas de ensino ainda têm caráter mecânico, pois, em geral, desconsideram o conhecimento prévio do aluno ao adotarem atividades que induzem à memorização por repetição, sem se preocuparem com a construção de significado. Segundo o autor, “Ao refletir sobre a prática de ensino, chama-se a atenção para a proposição de um ensino que trabalhe os conteúdos promovendo conexões com outros conceitos ou conhecimentos relativos a outras disciplinas.” (PINHEIRO, 2012, p. 1).

Associado a isto, está o fato de que os docentes da área técnica, em sua maioria, não são especialistas no ensino dos conteúdos propedêuticos e acabam, por diversas vezes, sentindo-se despreparados para abordá-los.

Assim, pensar em um material que possa ajudar o docente a abordar esses conteúdos com mais objetividade e de forma significativa, por meio de uma abordagem interdisciplinar, torna-se cada vez mais urgente, quando objetiva-se prezar pela qualidade na formação dos alunos.

Face à problemática apresentada, formulou-se a seguinte questão de pesquisa: Quais aspectos teóricos e metodológicos devem ser considerados na elaboração de um material que contribua para a revisão de conteúdos matemáticos, da Educação Básica, essenciais ao estudo de “Metrologia Dimensional” para alunos do Curso Técnico em Mecânica Concomitante ao Ensino Médio do IFF *Campus* Itaperuna/RJ?

Com vistas a responder essa questão, traçou-se o seguinte objetivo geral: Determinar os aspectos teóricos e metodológicos que devem ser considerados na elaboração de um material que contribua para a revisão de conteúdos matemáticos, da Educação Básica, essenciais ao estudo de “Metrologia Dimensional” no Curso Técnico em Mecânica Concomitante ao Ensino Médio do IFF *Campus* Itaperuna/RJ.

Buscando alcançar tal objetivo, foram traçados os seguintes objetivos específicos:

- i. Identificar os assuntos de Matemática da Educação Básica essenciais ao estudo da disciplina de “Metrologia Dimensional”;
- ii. Caracterizar as dificuldades dos alunos de “Metrologia Dimensional” em relação aos assuntos de Matemática da Educação Básica essenciais à disciplina;
- iii. Conhecer as características relevantes, para esta pesquisa, dos alunos que cursam a disciplina “Metrologia Dimensional”, no que diz respeito à sua vida acadêmica, pessoal e profissional;
- iv. Evidenciar a relação entre os conteúdos de Matemática da Educação Básica e aqueles concernentes à disciplina de “Metrologia Dimensional”;
- v. Estudar a teoria da Aprendizagem Significativa e sua relação com os cenários trazidos pelos problemas propostos no processo de ensino e aprendizagem de disciplinas da área técnica;
- vi. Dar subsídios ao professor da área técnica para a abordagem dos conteúdos de Matemática da Educação Básica inerentes ao estudo da referida disciplina ou outra equivalente.

Diante disso, o presente trabalho encontra-se estruturado em cinco capítulos, que incluem: esta Introdução; a Revisão de Literatura; os Procedimentos Metodológicos; os Resultados e Discussões e, por último, as Considerações Finais.

Na Introdução, capítulo 1, buscou-se abordar a motivação para o desenvolvimento deste trabalho e, de forma resumida, justificar sua importância, contextualizando o cenário

que despertou o interesse pelo tema, além de delinear o objetivo geral e os objetivos específicos.

No capítulo 2, intitulado Revisão de Literatura, apresenta-se o aporte teórico que embasou a construção deste trabalho. O capítulo está subdividido em cinco seções: “2.1 - Aprendizagem Significativa, Interdisciplinaridade e Contextualização”; “2.2 - A Metrologia como Área de Conhecimento e sua importância no cotidiano e na Indústria”; “2.3 - Atribuições profissionais do Técnico em Mecânica: a relação entre a Matemática e a Metrologia Dimensional”; “2.4 - Aprendizagem Significativa e o Ensino Técnico Profissionalizante” e “2.5 - Trabalhos relacionados”.

O capítulo 3 aborda os Procedimentos Metodológicos, o que inclui a Metodologia de Pesquisa, bem como as etapas de elaboração e desenvolvimento do material complementar proposto. Destaca-se que a Metodologia de Pesquisa adotada foi “Estudo de Caso do Tipo Analítico” e que o desenvolvimento do trabalho se deu com base nos objetivos específicos estabelecidos, em que cada etapa buscou atender a pelo menos um objetivo proposto, utilizando-se, para isso, estratégias ou ferramentas apropriadas.

No capítulo 4, Resultados e Discussões, discorre-se sobre os resultados obtidos na aplicação da Atividade Diagnóstica (AD) e do Questionário de Perfil, ferramentas que foram utilizadas para responder, respectivamente, aos objetivos específicos “ii.” e “iii.”, e que serviram de base para a definição dos pontos críticos a serem abordados no material complementar, bem como sua adequação ao público-alvo.

Por fim, temos o capítulo 5, que apresenta as Considerações Finais, destacando aspectos relevantes da pesquisa e sugestões de trabalhos que podem ser desenvolvidos a partir desta proposta.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Neste capítulo, apresenta-se, nas seções 2.1 a 2.5, o aporte teórico que embasou a elaboração deste trabalho monográfico, incluindo os trabalhos relacionados ao fenômeno de interesse e em que aspectos se assemelham ou diferem deste.

Na seção “2.1 - Aprendizagem Significativa, Interdisciplinaridade e Contextualização” a intenção é deixar claro cada um dos conceitos adotados neste estudo, com vistas a evitar interpretações dúbias por parte do leitor, dado que existem distintas definições.

Na seção “2.2 - A Metrologia como Área de Conhecimento e sua importância no cotidiano e na Indústria”, o foco está no debate sobre a Metrologia como Área de Conhecimento para o desenvolvimento de Pesquisas Acadêmicas e de como o estudo dessa área é importante não apenas para o setor industrial e comercial, mas também para diversas atividades do cotidiano do homem.

Na seção “2.3 - Atribuições profissionais do Técnico em Mecânica: a relação entre a Matemática e a Metrologia Dimensional” o propósito é elencar as atribuições do Técnico em Mecânica e as competências que deve desenvolver com o estudo da “Metrologia Dimensional”, dando ênfase à relação existente entre essa disciplina da área técnica e a Matemática da Educação Básica.

A seção “2.4 - Aprendizagem Significativa e o Ensino Técnico Profissionalizante” tem o intuito de mostrar a importância de se utilizar um material adequado ao seu público-alvo (neste caso, alunos de cursos técnicos profissionalizantes) para que a troca de informações durante a aula possibilite ao aluno a compreensão do conteúdo, por meio de sua correlação com seus conhecimentos prévios, propiciando uma Aprendizagem Significativa.

Por fim, a seção “2.5 - Trabalhos Relacionados” traz três estudos que têm correlação com este, delineando seus objetivos, metodologias e considerações finais.

2.1 – APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA, INTERDISCIPLINARIDADE E CONTEXTUALIZAÇÃO

Durante o processo de levantamento dos trabalhos relacionados e pesquisa de aporte teórico, identificou-se a necessidade de esclarecer os conceitos adotados para os termos “Contextualização”, “Interdisciplinaridade” e “Aprendizagem Significativa”, ao longo deste trabalho.

Partindo dos estudos conduzidos por Kato e Kawasaki (2011); Santos, Nunes e Viana (2017); Rocha (2017) e Moreira (2012), pretende-se delimitar tais conceitos, visto que foram encontradas várias definições para cada um. Dessa forma, evitam-se interpretações dúbias e facilita-se a compreensão da proposta deste estudo pelo leitor.

Concordando com o princípio de que **“Significativa é a experiência que encontra eco na intencionalidade do indivíduo.”** (ROCHA, 2017, p. 58, grifo nosso) é preciso entender que a aprendizagem tem como principal característica a particularidade, acontecendo de forma individualizada, de acordo com a experiência de vida de cada sujeito. Partindo dessa ótica, a “Aprendizagem Significativa” envolve pensamento, sentimento, interpretação, que são características inerentes ao indivíduo, não coletivas.

Aprendizagem significativa é aquela em que ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não-arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe. Substantiva quer dizer não-literal, não ao pé-da-letra, e não-arbitrária significa que a interação não é com qualquer idéia prévia, mas sim com algum conhecimento especificamente relevante já existente na estrutura cognitiva do sujeito que aprende. A este conhecimento, especificamente relevante à nova aprendizagem, o qual pode ser, por exemplo, um símbolo já significativo, um conceito, uma proposição, um modelo mental, uma imagem, David Ausubel² (1918-2008) chamava de subsunçor ou idéia-âncora. Em termos simples, subsunçor é o nome que se dá a um conhecimento específico, existente na estrutura de conhecimentos do indivíduo, que permite dar significado a um novo conhecimento que lhe é apresentado ou por ele descoberto. Tanto por recepção como por descobrimento, a atribuição de significados a novos conhecimentos depende da existência de conhecimentos prévios especificamente relevantes e da interação com eles. (MOREIRA, 2012, p. 2).

De acordo com Moreira (2012), o processo de “Aprendizagem Significativa” envolve duas premissas: “1) o material de aprendizagem deve ser potencialmente significativo e 2) o aprendiz deve apresentar uma predisposição para aprender.” (MOREIRA, 2012, p. 8).

A primeira condição está associada ao material utilizado em sala de aula e implica em que o mesmo permita a construção lógica de significado, isto é, possibilite a relação entre os novos conteúdos e os conhecimentos prévios do aprendiz. Além disso, o estudante deve possuir subsunçores relevantes para associar ao novo conteúdo, de forma a dar significado ao que está aprendendo. Já no que se refere à segunda condição, o autor destaca que o aluno precisa demandar ou ansiar pelo novo conhecimento, ou seja, apresentar predisposição para relacionar conhecimentos prévios aos novos conteúdos, ressignificando-os. Pode-se dizer, portanto, que está relacionada à conduta acadêmica do aluno. (MOREIRA, 2012).

Pode-se dizer, então, que quando o aluno percebe, em sala de aula, que um novo conteúdo se conecta com seu conhecimento prévio, isto é, que este novo conteúdo possui significado em sua experiência, que agrega valor ao seu modo de pensar e até de agir,

esta é uma situação em que a “Aprendizagem Significativa” se concretizou. Isso porque, nesse caso, o novo conteúdo encontrou um subsunçor¹ relevante, e o conceito foi internalizado com real significado.

Diante disso, a proposta deste trabalho para a elaboração de um material complementar que auxilie o docente da área técnica na revisão de conteúdos matemáticos da Educação Básica, necessários ao desenvolvimento de sua disciplina, parte do princípio de que tal material deve possibilitar ao aluno a ancoragem das novas informações aos seus conhecimentos anteriores, o que caracteriza a teoria da “Aprendizagem Significativa”.

Entende-se que trabalhar com base nessa teoria demanda a construção de um material pautado em dois princípios: a interdisciplinaridade e a contextualização.

No que se refere à interdisciplinaridade e à contextualização, as Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica (DCNEB) destacam que “Em todas as modalidades de cursos de Educação Profissional e Tecnológica, as instituições educacionais devem adotar a flexibilidade, a interdisciplinaridade, a contextualização [...]”. (BRASIL, 2013, p. 242).

Santos, Nunes e Viana (2017) tecem considerações sobre as concepções de interdisciplinaridade e de contextualização, ao analisarem o conceito de currículo e sua relação com essas concepções, e revelam que a interdisciplinaridade pode ser considerada um método de interação entre disciplinas e que pode se dar por meio de “[...] uma simples comunicação de ideias até a integração recíproca de finalidades, objetivos, conceitos, conteúdos e metodologia.” (SANTOS; NUNES; VIANA, 2017, p. 162).

As autoras explicitam, ainda, que a interdisciplinaridade ocorre quando se utiliza conceitos de outra área do conhecimento para a abordagem de um conteúdo em determinada disciplina e que “A interdisciplinaridade não é uma justaposição ou articulação de conteúdos, nem uma prática que reúne mais de um professor ou disciplina.” (SANTOS; NUNES; VIANA, 2017, p. 163).

Ainda de acordo com as autoras, a interdisciplinaridade torna-se um desafio para o docente, quando o tira de sua “zona de conforto”, fazendo-o permear por outras áreas do conhecimento, o que o obriga “[...] algumas vezes, fazer uso de saberes que não pertencem ao âmbito educativo ao qual ele leciona”. (SANTOS; NUNES; VIANA, 2017, p. 163).

Segundo as DCNEB, a interdisciplinaridade deve relacionar conteúdos de diferentes disciplinas (neste estudo, Matemática e Metrologia) em atividades ou projetos que propiciem

¹ “[...] subsunçores podem ser proposições, modelos mentais, construtos pessoais, concepções, idéias, invariantes operatórios, representações sociais e, é claro, conceitos, já existentes na estrutura cognitiva de quem aprende. Subsunçores seriam, então, conhecimentos prévios especificamente relevantes para a aprendizagem de outros conhecimentos.” (MOREIRA, 2012, p. 10).

ao aluno o desenvolvimento de saberes (que garantam o perfil profissional planejado para o curso). É com base nessa concepção que se dá o desenvolvimento do material complementar aqui proposto. (BRASIL, 2013).

Nesse sentido, este trabalho visa auxiliar o professor da área técnica, fornecendo-lhe subsídios para a adoção de uma metodologia que facilite o processo de ensino por meio da conexão entre os conhecimentos necessários à formação profissional do aluno e os conhecimentos (de matemática) adquiridos, por ele, ao longo da Educação Básica.

Para isso, tendo como fundamento a teoria da “Aprendizagem Significativa”, adota-se um método de ensino com abordagem interdisciplinar, evidenciando-se a utilização da contextualização na exploração dos conceitos e, conseqüentemente, permitindo ao aluno a construção de significado.

Kato e Kawasaki (2011), no artigo intitulado “As concepções de contextualização do ensino em documentos curriculares oficiais e de professores de ciências”, analisam documentos oficiais e entrevistam professores de ciências com o objetivo de estabelecer um conceito padrão para o termo contextualização. Em seu trabalho, os autores apontam onze concepções identificadas, mas deduzem que todas têm como base a generalização de um conceito mediante sua abordagem em diversos contextos por diferentes disciplinas. Segundo os autores:

Observou-se que, apesar de encontrarmos uma multiplicidade de concepções de contextualização do ensino, estas não são contraditórias entre si (ou ambíguas), já que todas elas compartilham da noção de que contextualizar é articular ou situar o conhecimento específico da disciplina (parte) a contextos mais amplos de significação (todo), estes, sim, bastante variados: o cotidiano do aluno, a(s) disciplina(s) escolar(es), a ciência (referência), o ensino e os contextos histórico, social e cultural. (KATO; KAWASAKI, 2011, p. 46).

As DCNEB destacam a importância da contextualização e sua relação com a construção de um aprendizado com significado, o que condiz com a abordagem metodológica adotada neste trabalho. (BRASIL, 2013).

A contextualização, por sua vez, 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. 254, grifo nosso).

Portanto, ao trabalhar com situações do cotidiano profissional do técnico em mecânica, na proposição de atividades que demandam conhecimentos matemáticos da Educação Básica, utiliza-se a contextualização como ferramenta na formação do elo que permitirá, através de uma abordagem interdisciplinar, a construção do novo conhecimento e a possibilidade de uma aprendizagem realmente significativa à formação desse profissional.

2.2 – A METROLOGIA COMO ÁREA DE CONHECIMENTO E SUA IMPORTÂNCIA NO COTIDIANO E NA INDÚSTRIA

Souza (2004), em seu artigo intitulado “Áreas do Conhecimento”, aborda a classificação do saber e suas grandes áreas e destaca que “A 'organização do conhecimento' sempre foi reconhecida como área de interesse de estudo e pesquisa sob óticas diferentes por estudiosos e profissionais de diversos campos do saber.” (SOUZA, 2004, p. 1). A autora relata que, no início, a classificação do conhecimento era interesse de filósofos e bibliotecários, mas que, com o passar do tempo, profissionais de diversas áreas começaram a demonstrar interesse pelo tema, incluindo educadores, autores de enciclopédias, linguistas e, posteriormente, profissionais ligados à informática e suas diversas áreas de estudo como a inteligência artificial e os sistemas de hipermídia, por exemplo.

A autora ressalta, ainda, que não existe uma tabela única de classificação das Áreas do Conhecimento, e que a construção de tal tabela está atrelada a demandas específicas do órgão ou instituição, o que significa que não há forma certa ou errada de construí-la, uma vez que sua construção é relativa e está associada às “[...] possíveis 'perguntas' a serem contempladas em função de determinada ordenação de dados [...]” (SOUZA, 2004, p. 3).

Dessa forma, em seu estudo, a autora considera “a reclassificação das áreas do conhecimento no contexto da Comissão Mista CAPES/CNPq² para o Desenvolvimento da Pós-graduação e da Ciência e Tecnologia no País” (SOUZA, 2004, p. 3) e, nesse contexto, a classificação da Metrologia Científica e Industrial aparece, de acordo com a CAPES, na “Área: Multidisciplinar”, que integra a “Grande Área: Outras”.

² CAPES é a sigla para a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, uma fundação do Ministério da Educação (MEC) que é responsável pela expansão e consolidação da pós-graduação no Brasil. Já o CNPq, Conselho Nacional de Pesquisa foi criado em 1951, mas em 1974, por mudanças no seu regime jurídico, passou a ser chamado Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, mantendo, entretanto, a sigla original, assim como suas funções iniciais. O CNPq tem o objetivo de fomentar a pesquisa e o desenvolvimento científico no Brasil.

Esses itens que compõem a área multidisciplinar ilustram as palavras do Presidente da CAPES nas sugestões para o Plano Nacional de Pós-graduação 2003: "Outro desafio... é a institucionalização de outros campos do saber. O item que mais cresce hoje na CAPES é a multidisciplinaridade", ao que podemos acrescentar, sem dúvida alguma, ser este também, o grande desafio atual da construção de uma tabela de áreas do conhecimento. (SOUZA, 2004, p. 11).

Rocha (2016) afirma que "A metrologia tem um caráter essencialmente multidisciplinar e o seu completo domínio envolve conhecimentos em física, química, matemática, biologia e engenharia, além de grande habilidade e experiência laboratorial." (ROCHA, 2016, p. 32). Diante disso, torna-se evidente a ligação entre a Metrologia e diversas outras áreas do conhecimento, o que justifica sua classificação dentro da área Multidisciplinar pela CAPES.

De acordo com Rocha (2016), a Metrologia pode ser dividida em três áreas de estudo: i) Metrologia Científica, que está vinculada à parte de pesquisa e determinação de padrões de medida; ii) Metrologia Industrial, que engloba os processos de medição e ensaios para controle de qualidade no setor industrial e iii) Metrologia Legal, que envolve a determinação de procedimentos e regras na realização de transações comerciais.

Assim, considerando a classificação da CAPES e a divisão da Metrologia nessas três áreas de estudos, a área de conhecimento "Metrologia Científica e Industrial" abrange, então, duas áreas de estudo dessa ciência: a Metrologia Científica e a Metrologia Industrial.

Sendo a Metrologia, segundo o Vocabulário Internacional de Metrologia (VIM) - edição de 2012 - definida como a "ciência da medição e as suas aplicações", e considerando Rocha (2016), pode-se dizer que a medição e, conseqüentemente, o estudo dos processos de medição, tipos e fontes de erros, sistemas e unidades de medidas estão entre os objetos estudo dessa ciência que, dentro da área da Metrologia Industrial, deve garantir o controle dimensional dos produtos, requisito elementar para o controle de sua qualidade.

Nesse segmento, os processos de medição e verificação da qualidade dos produtos são foco da Metrologia Dimensional que, segundo Almacinha (2016), envolve "o domínio específico dos conhecimentos relativos à medição de comprimentos, ângulos e estados de superfície³". (ALMACINHA, 2016, p. 3).

Rocha (2016) diz que o estudo da Metrologia na área industrial é essencial, pois só assim é possível garantir a qualidade de um produto fabricado. O autor explica que em diversos segmentos industriais, como a indústria automobilística, o produto final depende da

³ O estado de superfície compreende a avaliação da superfície da peça ou do material no que se refere a rugosidade, imperfeições e desvios de forma, com base em limites padronizados.

união de várias peças, produzidas por diferentes fabricantes, e que a montagem dessas peças só é possível se todos os envolvidos nesse processo seguirem normas rígidas para o controle de suas dimensões. Por exemplo, só um controle metrológico adequado permite que uma peça de um veículo possa ser substituída por uma similar, como o amortecedor de um automóvel. Isso é o que a Metrologia denomina "intercambialidade", e só é possível porque os fabricantes obedecem rigorosamente às dimensões do projeto e seguem as normas internacionais estabelecidas para o controle de qualidade.

Assim, é possível dizer que “Para garantir a qualidade dos produtos industriais é necessário e imprescindível medir com exatidão, possibilitando [...] a Intercambialidade e universalidade das peças, [...] evitando o desperdício de matéria prima.” (ROCHA, 2016, p. 32).

É possível notar, então, a importância da Metrologia no processo de desenvolvimento científico e tecnológico e no cotidiano de todos os seres humanos. A Metrologia é fundamental na pesagem de produtos em supermercados, no controle da quantidade de combustível ao abastecer um veículo, no uso de taxímetros para calcular o valor de uma viagem de táxi, na medição de dimensões de peças e equipamentos em oficinas, nos controles de qualidade em processos de produção industrial, além de diversas outras atividades.

A Metrologia é primordial, ainda, para o comércio internacional, porque garante que as transações comerciais sejam justas, transparentes e confiáveis ao estabelecer que sejam realizadas com base no uso do Sistema Internacional de Unidades⁴ (SI), de instrumentos de medição que seguem normas internacionais e de métodos e procedimentos padronizados, como relata Rocha (2016).

Diante do exposto, torna-se incontestável a importância do estudo da Metrologia, principalmente para o profissional da Mecânica, que tem entre suas atribuições a realização de testes e ensaios para a verificação da qualidade dos mais variados tipos de produtos.

⁴ De acordo com a Tradução luso-brasileira de 2021, o SI define os nomes, os símbolos e as unidades de medida, bem como os prefixos e símbolos dos múltiplos e submúltiplos dessas unidades, além de contemplar as recomendações para a escrita e pronúncia dos nomes das unidades, seus múltiplos e submúltiplos. A edição traduzida, de 2021, altera a grafia e a pronúncia dos nomes das unidades múltiplas e submúltiplas do metro, como no caso do quilômetro que passa a ser grafado com “k” e sem acentuação, tendo a nova grafia como quilometro (cuja sílaba tônica está no “me”). Assim, esse estudo e o material elaborado a partir dele, utilizam a nova grafia na escrita das unidades utilizadas. (INMETRO, 2021).

2.3 – ATRIBUIÇÕES PROFISSIONAIS DO TÉCNICO EM MECÂNICA: A RELAÇÃO ENTRE A MATEMÁTICA E A METROLOGIA DIMENSIONAL

O Catálogo Nacional de Cursos Técnicos (CNCT), instituído pela Portaria nº 870 do Ministério da Educação (MEC), de 16 de julho de 2008, é um documento que orienta instituições, estudantes e sociedade quanto à oferta de cursos técnicos profissionalizantes de nível médio e estabelece diretrizes quanto ao perfil de cada profissional, campo de atuação, estrutura mínima requerida da instituição para oferta do curso, além de titulação correspondente para certificação, carga horária mínima do curso e pré-requisitos para ingresso de acordo com o formato ofertado (concomitante ao ensino médio, integrado ao ensino médio, subsequente ao ensino médio). (BRASIL, 2020).

O CNCT é atualizado periodicamente para contemplar novas demandas socioeducacionais. De acordo com a quarta edição, atualizada por meio da Resolução nº 02 de 2020 emitida pela Câmara de Educação Básica (CEB) do Conselho Nacional de Educação (CNE) – Resolução CNE/CEB nº 02/2020, disponível no portal do MEC, o Técnico em Mecânica deve apresentar qualificação para exercer as seguintes atribuições:

Programar, controlar e executar processos de fabricação mecânica para máquinas e equipamentos mecânicos atendendo às normas e aos padrões técnicos de qualidade, saúde e segurança e de meio ambiente; Planejar, aplicar e controlar procedimentos de instalação, de manutenção e inspeção mecânica de máquinas e equipamentos; Elaborar projetos de produtos relacionados a máquinas e equipamentos mecânicos especificando materiais para construção mecânica por meio de técnicas de usinagem, soldagem e conformação mecânica; Realizar inspeção visual, dimensional e testes em sistemas, instrumentos e equipamentos mecânicos, pneumáticos, hidráulicos e eletromecânicos de máquinas; Reconhecer tecnologias inovadoras presentes no segmento visando a atender às transformações digitais na sociedade. (BRASIL, 2020, p. 135).

Nesse contexto, atribuições como elaboração de projetos, controle de qualidade e de processos, interpretação de desenhos técnicos, especificação de materiais para construção mecânica e aplicação de técnicas de medição estão intrinsecamente relacionadas à disciplina de “Metrologia Dimensional”.

De acordo com Bolzan (2003) e, considerando os objetivos estabelecidos em diversos projetos pedagógicos de Cursos Técnicos em Mecânica, em instituições como o Instituto Federal do Espírito Santo (IFES) *Campus* São Mateus e o Instituto Federal de Minas Gerais, bem como o PPC do IFF *Campus* Itaperuna (versão 2017), a disciplina de “Metrologia Dimensional” ou equivalente, em função da proposta pedagógica do curso de cada Instituição,

tem como objetivo o desenvolvimento de habilidades e competências que permitam ao aluno, entre outras coisas:

- i. Interpretar projetos de peças mecânicas no sistema métrico e/ou inglês;
- ii. Realizar medições e interpretar resultados, para fins de controle da qualidade dimensional;
- iii. Converter unidades do sistema métrico para o inglês e vice-versa para verificar se a peça atende às especificações das normas internacionais;
- iv. Calcular os erros admissíveis e verificar se a peça obedece às especificações de projeto;
- v. Reconhecer e utilizar escalas graduadas e outros tipos de instrumentos de precisão (paquímetros, micrômetros, relógio comparador, etc.);
- vi. Ler os diversos instrumentos de precisão na realização de medidas nos sistemas métrico e/ou inglês, representando os resultados com unidades apropriadas.

Considerando as pesquisas adotadas como referencial teórico neste trabalho, minha trajetória enquanto aluna do Curso Técnico em Mecânica e, posteriormente como docente da área, conforme já mencionado, torna-se possível elencar os conteúdos de Matemática da Educação Básica, citados na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), edição 2018, que estão diretamente associados à disciplina de “Metrologia Dimensional”.

De acordo com a BNCC da Educação Infantil e do Ensino Fundamental (EF), instituída pela Conselho Pleno (CP) do CNE - Resolução CNE/CP nº 02/2017 - e fundamentada no Parecer CNE/CP nº 15/2017, bem como com a BNCC na Etapa do Ensino Médio, instituída pela Resolução Nº 4, de 17 de dezembro de 2018, em complemento à anterior, destacam-se no que se refere ao EF, na “Unidade temática: Grandezas e medidas”, os seguintes objetos de conhecimento (Quadro 1):

Quadro 1 parte 1 – Objetos de conhecimentos, da unidade temática “grandezas e medidas”, estabelecidos para a área de Matemática, para cada ano do EF.

ANOS INICIAIS DO EF	OBJETOS DE CONHECIMENTOS (CONTEÚDOS RECOMENDADOS)
1º ano	Medidas de comprimento, massa e capacidade: comparações e unidades de medida não convencionais.
2º ano	Medida de comprimento: unidades não padronizadas e padronizadas (metro, centímetro e milímetro).

Fonte: elaboração própria a partir da BNCC (BRASIL, 2018, p. 280-318).

Quadro 1 parte 2 – Objetos de conhecimentos, da unidade temática “grandezas e medidas”, estabelecidos para a área de Matemática, para cada ano do EF.

ANOS INICIAIS DO EF	OBJETOS DE CONHECIMENTOS (CONTEÚDOS RECOMENDADOS)
3º ano	Significado de medida e de unidade de medida; Medidas de comprimento (unidades não convencionais e convencionais): registro, instrumentos de medida, estimativas e comparações.
4º ano	Medidas de comprimento, massa e capacidade: estimativas, utilização de instrumentos de medida e de unidades de medida convencionais mais usuais.
5º ano	Medidas de comprimento, área, massa, tempo, temperatura e capacidade: utilização de unidades convencionais e relações entre as unidades de medida mais usuais.
ANOS FINAIS DO EF	OBJETOS DE CONHECIMENTOS (CONTEÚDOS RECOMENDADOS)
6º ano	Problemas sobre medidas envolvendo grandezas como comprimento, massa, tempo, temperatura, área, capacidade e volume.
7º ano	Problemas envolvendo medições.
8º ano	Não há conteúdos estabelecidos para essa unidade temática.
9º ano	Unidades de medida para medir distâncias muito grandes e muito pequenas.

Fonte: elaboração própria a partir da BNCC (BRASIL, 2018, p. 280-318).

Ainda de acordo com a BNCC, na “Unidade temática: Números”, temos os objetos de conhecimento listados a seguir (Quadro 2), estabelecidos apenas para a etapa final do EF.

Quadro 2 – Objetos de conhecimentos, da unidade temática “números”, estabelecidos para a área de Matemática, para cada ano do EF.

ANOS FINAIS DO EF	OBJETOS DE CONHECIMENTOS (CONTEÚDOS RECOMENDADOS)
6º ano	Frações: significados (parte/todo, quociente), equivalência, comparação, adição e subtração; cálculo da fração de um número natural; adição e subtração de frações; Aproximação de números para múltiplos de potências de 10.
7º ano	Fração e seus significados: como parte de inteiros, resultado da divisão, razão e operador.
8º ano	Notação científica; Potenciação e radiciação.
9º ano	Potências com expoentes negativos e fracionários; Números reais: notação científica e problemas.

Fonte: elaboração própria a partir da BNCC (BRASIL, 2018, p. 300-318).

No que se refere à abordagem para o EM, a BNCC traz competências específicas que devem ser trabalhadas ao longo dos três anos de estudos. Destaca-se, aqui, a “Competência Específica 3”, que traz na “Unidade Temática: Geometria e Medidas” as seguintes recomendações: **“Utilizar, quando necessário, a notação científica para expressar uma medida, compreendendo as noções de algarismos significativos e algarismos duvidosos, e reconhecendo que toda medida é inevitavelmente acompanhada de erro.”** (BRASIL, 2018, p. 537, grifo nosso).

Considerando os conteúdos anteriormente elencados e sua intrínseca relação com a disciplina de "Metrologia Dimensional", destacam-se alguns possíveis prejuízos causados, ao exercício das atividades como Técnico em Mecânica, pela ausência desses conhecimentos. Não conseguir realizar operações com frações dificulta a interpretação de projetos no sistema

inglês de unidades, como relata Bolzan (2003). Esquecer ou trocar unidades de medidas, por exemplo, pode gerar relevantes perdas financeiras e até causar acidentes, já que, por causa de uma unidade errada, o produto pode não apresentar as especificações necessárias para suportar os esforços aos quais será submetido, por exemplo.

Realizar arredondamentos de forma aleatória gera acúmulo de erros nas medidas e pode causar tantos prejuízos quanto um valor representado em unidade de medida inadequada. Analogamente, a quantidade de algarismos significativos em uma medida está intrinsecamente ligada à resolução de um instrumento e ao erro admitido para esse instrumento. Já no que se refere à representação de valores em notação científica, sua utilização facilita as operações em cálculos de projetos. Saber identificar a escala e utilizá-la adequadamente é fundamental no controle de qualidade dos produtos e processos industriais.

Dessa maneira, partindo da inegável conexão existente entre a Matemática e diversas disciplinas técnicas na formação do Técnico em Mecânica, e compreendendo sua importância também na formação do homem para a vida em sociedade, torna-se necessário fazer com que a ligação entre as áreas propedêutica e técnica seja corriqueira no cotidiano escolar, proporcionando aprendizado significativo por meio de uma abordagem interdisciplinar e contextualizada.

Bolzan (2003) dá um exemplo de como trabalhar assuntos de Matemática Básica de forma interdisciplinar, utilizando cenários associados aos problemas propostos durante o estudo de conteúdos de “Metrologia Dimensional”:

Um dos objetivos da utilização do paquímetro na aula de matemática pode estar na necessidade de introduzir o conceito de fração. Pode-se também idealizar problemas ligados ao conceito de número racional na forma decimal. Outra coisa, ligada a proporcionalidade, está na transformação de polegada para milímetro [sic] e vice-versa. (BOLZAN, 2003, p. 72).

Reforça-se, diante do exposto, a importância da realização deste estudo. Espera-se propor ao docente da disciplina de “Metrologia Dimensional” ou disciplinas equivalentes um material que facilite a revisão de conteúdos de Matemática da Educação Básica em suas aulas.

2.4 – APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E O ENSINO TÉCNICO PROFISSIONALIZANTE

De acordo com Moreira (2012) “[...] o sujeito que aprende deve se predispor a relacionar (diferenciando e integrando) interativamente os novos conhecimentos a sua

estrutura cognitiva prévia, modificando-a [...] e dando significados a esses conhecimentos”. (MOREIRA, 2012, p. 8).

Portanto, sob o ponto de vista da teoria da “Aprendizagem Significativa”, proposta por Ausubel e estudada por Moreira (2012), em se tratando de Ensino Técnico Profissionalizante, há que se considerar que o fator “predisposição para aprender” (segunda condição indicada por Ausubel como necessária ao processo de Aprendizagem Significativa) esteja, por muitas vezes, relacionado à necessidade do aluno em conseguir uma vaga no mercado de trabalho. Sob esta ótica, de acordo com Rocha (2017), “A realização de um curso técnico, com habilitação em uma profissão, é a perspectiva de ingresso no mercado de trabalho[...]” (ROCHA, 2017, p. 32 - 33) em busca de melhores condições econômicas para sua família e para si. Por isso, a prática docente deve estar próxima da realidade social do aluno, de forma a trazer significado ao novo conteúdo.

Entretanto, a aprendizagem é um processo, e como tal, não acontece de maneira instantânea. Então, o que devemos fazer quando um aluno não tem subsunçores para “ancorar” um novo conteúdo, ou não consegue organizar seu conhecimento prévio de forma a associar ao novo conteúdo, atribuindo-lhe significado? “Devemos abdicar de nosso desejo de que os alunos aprendam de uma forma verdadeira e relevante? Claro que não.” (ROCHA, 2017, p. 61).

Nas palavras de Rocha (2017) “os professores da educação profissional devem adequar suas práticas às dinâmicas e realidades diversas de seus grupos de alunos”. (ROCHA, 2017, p. 33). Neste contexto, Moreira (2012) diz que pode-se fazer uso dos “organizadores prévios”, o que implica em dizer que o docente precisa utilizar materiais que possibilitem ao aluno o estudo ou a ressignificação dos subsunçores necessários ao aprendizado do novo conteúdo.

Há dois tipos de organizadores prévios: **quando o material de aprendizagem é não-familiar, quando o aprendiz não tem subsunçores recomenda-se o uso de um organizador expositivo que, supostamente, faz a ponte entre o que o aluno sabe e o que deveria saber para que o material fosse potencialmente significativo. Nesse caso o organizador deve prover uma ancoragem ideacional em termos que são familiares ao aprendiz.** Quando o novo material é relativamente familiar, o recomendado é o uso de um organizador comparativo que ajudará o aprendiz a integrar novos conhecimentos à estrutura cognitiva e, ao mesmo tempo, a discriminá-los de outros conhecimentos já existentes nessa estrutura que são essencialmente diferentes mas que podem ser confundidos. (MOREIRA, 2012, p. 11, grifo nosso).

Considerando que a ausência dos subsunçores dos conteúdos matemáticos da Educação Básica acomete a aprendizagem dos conteúdos específicos da disciplina técnica,

nesse caso “Metrologia Dimensional”, torna-se indispensável que o docente estabeleça uma relação entre essas áreas de forma clara, objetiva e significativa.

Entende-se, aqui, que um bom material é ferramenta essencial para que o docente consiga reduzir as lacunas trazidas pelos alunos. Esse material deve possibilitar ao professor, que nem sempre possui formação específica na área propedêutica, uma abordagem (clara, objetiva e que possibilite a construção de significado) dos conteúdos que são considerados âncoras para o desenvolvimento de sua disciplina técnica.

Partindo dessa ótica, propõe-se então, neste trabalho, a elaboração de um material complementar para a revisão dos conteúdos de Matemática da Educação Básica essenciais ao estudo de “Metrologia Dimensional” no Curso Técnico em Mecânica Concomitante ao Ensino Médio do IFF *Campus* Itaperuna/RJ.

2.5 – TRABALHOS RELACIONADOS

Uma pesquisa foi realizada, utilizando a ferramenta de pesquisa virtual “*Google Scholar*”, em busca de Dissertações e Teses que apresentassem relação com o presente trabalho no que se refere aos seguintes aspectos: assunto correlato e público-alvo semelhante. Apenas seis dissertações foram encontradas, tendo três delas sido selecionadas para embasar este estudo, em função de possuírem mais interseções com esta pesquisa, pois abordavam cursos de áreas correlatas com público-alvo semelhante e, em alguns casos, mesmo ponto de vista no que se refere às formas de abordagem de conteúdos.

Vale ressaltar que a intenção era iniciar o presente trabalho de conclusão de curso (TCC) no ano de 2020, aplicando-o presencialmente. Contudo, por questões de ordem pública que envolveram uma pandemia e a consequente suspensão das aulas presenciais, foi necessário que as Instituições de Ensino desenvolvessem um planejamento para o ensino em caráter remoto temporário e, em consequência disso, o processo de pesquisa para este trabalho foi interrompido, sendo retomado cerca de um ano depois, com objetivo revisto.

Assim, a etapa de busca por trabalhos relacionados se deu em duas ocasiões: em março de 2020, antes da interrupção das aulas presenciais, e em março de 2021, após a reestruturação necessária à oferta da disciplina de Monografia 1, na qual é iniciada a escrita do TCC, em formato de ensino remoto.

Após a pesquisa inicial, a seleção dos trabalhos para este estudo foi realizada considerando os que apresentassem similaridade nos seguintes aspectos: público-alvo semelhante e assunto correlato. Os termos utilizados na busca, os títulos dos trabalhos e

endereços eletrônicos para acesso, assim como a área de estudo, o ano e o resumo da proposta de cada trabalho, estão relacionados no Quadro 3, a seguir.

Quadro 3 – Relação geral dos trabalhos que apresentavam alguma relação com este estudo.

Data da pesquisa	Termos pesquisados	Títulos encontrados e Links para acesso	Tipo de trabalho/Ano	Proposta do trabalho
29/03/2020	matemática + metrologia + curso técnico	A matemática nos cursos profissionalizantes de mecânica Link para acesso: https://repositorio.unesp.br/handle/11449/91011	Dissertação de Mestrado - Pós-Graduação em Educação Matemática Ano: 2003	Estabelecer uma proposta de trabalho apoiada na Metodologia de Ensino-Aprendizagem de Matemática através da Resolução de Problemas para fazer o aluno conectar a matemática aprendida academicamente com a matemática da prática de oficina.
29/03/2020	matemática + curso técnico mecânica + concomitante	A formação matemática de nível médio: reflexos na educação profissional Link para acesso: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/91122/bardivia_jl_me_rcla.pdf?sequence=1&isAllowed=y	Dissertação de Mestrado - Pós-Graduação em Educação Matemática Ano: 2003	Estabelecer relações entre o desempenho do aluno na Educação Profissional e os conhecimentos matemáticos por ele constituídos durante a Educação Básica, por meio de um estudo de caso em que analisa depoimentos de alunos e professores de um curso técnico em Mecatrônica.
02/03/2021	matemática + curso técnico concomitante	O olhar da educação profissional na perspectiva da educação matemática: uma colaboração na construção do material didático da EJA Link para acesso: https://repositorio.ifes.edu.br/bitstream/handle/123456789/222/DISSERTACAO%20Olhar%20educacional%20na%20perspectiva%20da%20educacao%20matematica.pdf?sequence=1&isAllowed=y	Dissertação de Mestrado em Educação em Ciências e Matemática - Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática Ano: 2015	Colaborar com a produção de material didático de matemática, sobre o conteúdo de proporcionalidade, para uma turma da EJA/Proeja, a partir do olhar da Educação Profissional.
02/03/2021	matemática + metrologia + curso técnico	Uma ferramenta interativa para o ensino da metrologia Link para acesso: https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/87079/206410.pdf?sequence=1&isAllowed=y	Dissertação de Mestrado - Pós-Graduação em Metrologia Científica e Industrial Ano: 2004	Elaborar um curso de metrologia de apoio diferenciado para alunos de graduação em engenharia e técnicos na área de metrologia.
02/03/2021	matemática + ensino profissionalizante + curso técnico mecânica concomitante	O saber a ser ensinado sobre medição de comprimentos com o uso do paquímetro em um curso profissionalizante Link para acesso: https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/18684	Dissertação de Mestrado - Pós-Graduação em Educação Matemática e Tecnológica Ano: 2016	Investigar o ensino da medição de comprimentos com o emprego do paquímetro para estudantes de um curso profissionalizante, com base na teoria da transposição didática, tendo como foco o material didático destinado a esse ensino.
02/03/2021	matemática + curso técnico profissionalizante mecânica	Propostas de atividades de matemática aplicadas ao contexto de um curso técnico profissionalizante Link para acesso: https://tede.ufrrj.br/jspui/bitstream/jspui/2910/2/2014%20-%20Renato%20Afonso%20Neves.pdf	Dissertação de Mestrado - Pós-Graduação Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional – PROFMAT. Ano: 2014	Apresentar possibilidades para o ensino de Matemática na Educação Profissional, de modo a torná-la mais concreta e mais atraente para o aluno e procurando, assim, sanar algumas dificuldades de aprendizagem.

Fonte: elaboração própria.

Observa-se que a abordagem de temas similares ao proposto neste trabalho ainda é pequena. Nota-se, entretanto, que ainda é incipiente a preocupação dos autores, que em algum momento tiveram contato com a realidade do ensino técnico profissionalizante, com a elaboração de uma proposta de material que possibilite uma aprendizagem significativa.

Torna-se fundamental destacar aqui a observação realizada pelo corpo docente presente na ocasião da apresentação do projeto deste trabalho: uma das avaliadoras questionou-me sobre o fato dos três trabalhos tomados como base para o desenvolvimento deste estudo terem sido, todos, aplicados em escolas do SENAI. Sugeriu, então, que se realizasse uma busca para verificação da existência de trabalhos com propostas similares em outras instituições de ensino, em especial Institutos Federais de Educação. Em resposta ao questionamento, informei que a busca havia sido por Dissertações, Teses e Trabalhos de Conclusão de Curso na plataforma do *Google Scholar*, pois não foi possível ter acesso ao portal da CAPES para uma busca mais aprofundada (devido à impossibilidade de ingresso nas dependências do *campus* em função das restrições da pandemia). Destaquei, ainda, o reduzido número de trabalhos relacionados ao tema.

Outro membro do corpo docente deu orientações de como o acesso ao portal da CAPES poderia ser realizado em redes externas, de livre acesso, e, após uma busca por pesquisas semelhantes aplicadas em outras instituições, concluiu-se que não havia trabalhos, associados a esta proposta, que não fossem referentes ao SENAI. Este fato traz, para este estudo, a característica de ser inédito no que se refere ao tipo de instituição escolhida para investigação.

Pode-se dizer, entretanto, que os estudos encontrados buscaram mostrar a importância dos conteúdos matemáticos da Educação Básica para o aprendizado dos conteúdos específicos aos cursos técnicos profissionalizantes na área de mecânica e áreas afins, bem como a relação intrínseca desses conteúdos na construção de uma aprendizagem significativa.

No que se refere aos trabalhos selecionados e sua relação com a presente pesquisa, os objetivos, a metodologia utilizada, um resumo sobre as considerações finais e a relação de semelhança, bem como principais diferenças são apresentados a seguir.

2.5.1 – A MATEMÁTICA NOS CURSOS PROFISSIONALIZANTES DE MECÂNICA (WAGNER JOSÉ BOLZAN)

Em sua Dissertação de Mestrado, elaborada junto ao Curso de Pós Graduação em Educação Matemática da Universidade Estadual Paulista *campus* Rio Claro/SP e intitulada “A

Matemática nos Cursos Profissionalizantes de Mecânica”, Bolzan (2003) tem como objetivo “[...] contribuir para que o estudante [...] possa ligar a matemática acadêmica, aprendida no Ensino Fundamental, com sua prática de oficina”. (BOLZAN, 2003, p. 2).

A pesquisa de Bolzan (2003) foi realizada com alunos que, ao terminar a etapa do Ensino Fundamental, decidiram cursar, no SENAI de São Carlos/SP, o Curso Técnico de Mecânica de Usinagem.

Como metodologia de pesquisa, o autor adotou o modelo de Thomas A. Romberg (1992), composto por três blocos de atividades com vistas a: i) identificar o problema a ser estudado; ii) estabelecer estratégias e procedimentos para a elaboração do trabalho e iii) apresentar e interpretar os resultados obtidos.

De acordo com Bolzan (2003):

O modelo de Romberg apresenta dez atividades distribuídas em três blocos: o primeiro, atividades 1, 2, 3 e 4, trata da identificação do problema; o segundo, atividades 5 e 6, é onde estratégias e procedimentos de trabalho são levantados e selecionados; e o terceiro e último bloco, atividades 7, 8, 9 e 10, refere-se à análise da aplicação dos procedimentos selecionados, onde, a partir dela, se constata e se analisa a evidência da validade de uma conjectura ou questão levantada. [...] Romberg observa que, apesar das atividades estarem apresentadas numa seqüência [sic], elas não precisam ser, necessariamente, seguidas na ordem apresentada. A interação entre fatores como a intenção, as conjecturas, a disponibilidade de informações, os métodos próprios de cada pesquisador não podem, na prática, ser separados tão nitidamente. (BOLZAN, 2003, p. 5 - 6).

Em seu trabalho, o autor destaca que o perfil de formação do profissional da área técnica em mecânica sofreu mudanças ao longo do tempo, e que o novo perfil exige raciocínio lógico, habilidade para transferir conhecimento de uma área para outra e saber se comunicar, além de capacidade para trabalhar em equipe. Bolzan (2003) destaca, ainda, que essas competências estão intrinsecamente ligadas à boa formação matemática desse profissional.

A diferença entre como se concebia antes e como se concebe hoje esse profissional é um fator importante que pede resposta à questão: qual a importância da formação matemática para o profissional da mecânica? Como visto, Pastore falou de **lógica de raciocínio, transferência de conhecimento de uma área para outra, saber se comunicar (e entender o que lhe é comunicado) e trabalhar em equipe** (Grifo nosso). Estas idéias são de natureza matemática e para que o aluno adquira todas essas competências e habilidades é necessário que lhe proporcionemos um ambiente favorável e desafiador. (BOLZAN, 2003, p. 20 - 21).

Em suas observações, o autor relata que, de maneira geral, os alunos não estão preparados para fazer a ligação entre a Matemática aprendida academicamente e aquela necessária para a resolução dos problemas propostos na oficina.

Ao encerrar o trabalho, Bolzan (2003) tece considerações e evidencia, entre outros, os seguintes aspectos:

[...] Os alunos vêm mal preparados do Ensino Fundamental. Em geral, não estão habituados a enfrentar e resolver problemas. [...] demonstraram ter pouca iniciativa para fazer uma representação dos problemas dados; [...] em sua maioria, não sabem usar a linguagem da álgebra quando precisam equacionar um problema. Muitas vezes os alunos não foram capazes de relacionar os dados postos por um problema. Na verdade querem apenas fazer contas com os números envolvidos, sem analisar ou ponderar os resultados obtidos. [...] se preocupam muito mais com os processos operatórios do que com as condições relacionadas no problema. [...] **ao operarem apenas com os números envolvidos no problema, por deixar de usar as devidas unidades de medida, não percebem possíveis erros cometidos.** (BOLZAN, 2003, p. 204 - 205, grifo nosso).

O autor relata, ainda, que os alunos apresentam comprometimento em sua formação matemática e que isso interfere na capacidade de interpretar os dados de um problema, impedindo que tomem decisões para resolvê-lo na prática de oficina.

Ainda segundo Bolzan (2003), ao concluírem o Ensino Fundamental, os alunos apresentam-se despreparados para distinguir entre aritmética e álgebra, bem como para identificar os diferentes conjuntos numéricos. O autor menciona, também, que os estudantes apresentam dificuldades com o uso de diferentes unidades de medidas e que não conseguem perceber as diferentes “personalidades” que os números racionais apresentam.

Bolzan (2003) afirma, por fim, que o processo de revisão dos conteúdos matemáticos da Educação Básica necessários à formação do profissional deve ser feito mediante exploração do problema - Resolução de Problemas - de forma que o aluno consiga fazer a conexão do conteúdo matemático, aprendido na Educação Básica, com a prática da oficina, o que significa dizer: permitir ao aluno a ressignificação de seus conhecimentos prévios.

Após a leitura do trabalho, destacam-se como pontos de semelhança: o estudo ter sido realizado com alunos de um curso de área correlata; a visão de que, em geral, as dificuldades apresentadas pelos alunos nas disciplinas técnicas estão ligadas a má formação matemática desses alunos; o pensamento de que a revisão desses conteúdos deve ser proposta de forma a permitir a conexão entre as duas áreas (propedêutica e técnica), favorecendo a assimilação dos novos conceitos e o entendimento de que o desenvolvimento das competências necessárias à formação desses profissionais depende, intimamente, da sua boa formação em Matemática.

No que se refere às diferenças, pode-se citar a metodologia de pesquisa adotada e o fato de que, ao analisar apostilas utilizadas pelos docentes do Curso Técnico avaliado por ele, o autor faz o levantamento dos conteúdos matemáticos em relação a diversas disciplinas do curso, diferindo, portanto, deste trabalho, que, por se propor à elaboração de um material

complementar, realizou o levantamento dos conteúdos matemáticos voltados a uma só disciplina, nesse caso, a disciplina de “Metrologia Dimensional”.

Observou-se, ainda, que o autor não deixa explícito se o formato do curso é integrado ou concomitante ao ensino médio, pois apenas menciona o fato dos alunos terem concluído o EF.

Por fim, destaca-se que o autor desenvolveu seu estudo com a visão de docente de matemática, buscando na área técnica (mecânica) uma possibilidade de mostrar a aplicação de diversos conteúdos em cenários reais, o que se opõe ao presente trabalho, no qual, enquanto docente da área técnica e graduanda em matemática, me propus, entre outras coisas, a evidenciar a necessidade de se ter uma boa formação de matemática da Educação Básica para a compreensão dos conteúdos da área técnica.

2.5.2 – O SABER A SER ENSINADO SOBRE MEDIÇÃO DE COMPRIMENTOS COM O USO DO PAQUÍMETRO EM UM CURSO PROFISSIONALIZANTE (ALMIR DE LIMA SERPA)

O trabalho de Almir de Lima Serpa, intitulado “O Saber a ser Ensinado Sobre Medição de Comprimentos com o uso do Paquímetro em um Curso Profissionalizante” foi apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática e Tecnológica da Universidade Federal de Pernambuco.

Em sua Dissertação, Serpa (2016) afirma que seu objetivo é “Investigar o ensino da medição de comprimentos com o emprego do paquímetro para estudantes de um curso profissionalizante, com base na teoria da transposição didática, tendo como foco o material didático destinado a esse ensino.” (SERPA, 2016, p. 54).

Buscando atingir tal objetivo o autor faz a análise de duas coleções de livros didáticos (uma de matemática e outra de física) e de duas apostilas de Metrologia utilizadas em cursos do Programa Nacional de Ensino Tecnológico - PRONATEC, cujos estudantes estão matriculados, de forma concomitante, em escolas públicas de nível médio da Região Metropolitana do Recife e em cursos profissionalizantes do SENAI, que, por sua vez, têm em sua grade curricular a disciplina de Metrologia. Vamos nos limitar, aqui, a falar, resumidamente, sobre as observações feitas a respeito da coleção de livros de matemática e das apostilas de Metrologia, pois possuem relação com o presente estudo.

Serpa (2016) utiliza o termo “Transposição Didática” como fundamento para o desenvolvimento de seu estudo e, ao longo do trabalho, relata que esse processo (de

transposição didática) ocorre de forma inapropriada quando se avalia a possibilidade de ensino dos conteúdos matemáticos por meio de instrumentos de medição adotados em cursos profissionalizantes, especificamente, o paquímetro⁵.

Tomando como base Chevallard (1991), o autor afirma que “a transposição didática é entendida como um conjunto de transformações adaptativas que tornam um objeto do saber científico apto a se constituir em objeto de ensino.” (SERPA, 2016, p. 61) e destaca que a análise da coleção de livros adotados para a disciplina de Matemática, nas escolas de ensino médio de Pernambuco, mostra que:

[...] os números racionais foram apresentados não como resultado de medições de grandezas, mas como um conceito que surge no âmbito da operação matemática de divisão entre inteiros. Embora em todo o restante da Coleção A sejam empregada [sic], com muita frequência, os números racionais como medida de grandezas, na apresentação inicial do conceito tal interpretação está ausente. (SERPA, 2016, p. 67).

Ainda segundo o autor, isso se traduz em uma transposição didática inadequada e pode acarretar prejuízos ao aluno durante o processo de aprendizagem dos conteúdos da disciplina de Metrologia.

Contudo, faz necessário destacar, aqui, a divergência na compreensão do conceito de “Transposição Didática”. Julga-se mais apropriado ao contexto do estudo desenvolvido por Serpa (2016) o uso do termo “Abordagem Interdisciplinar”, que parece traduzir de forma mais adequada o que o autor expressou em suas observações e considerações.

Durante seu estudo, Serpa (2016) menciona a ausência de conexão entre os conteúdos abordados na coleção de livros de Matemática e os conceitos centrais necessários ao processo de medição.

De fato, observa-se uma ausência de conexão dos conteúdos estudados na obra com os que são centrais no campo da medição de grandezas. Por exemplo, os resultados das medições não são citados com exemplo de eventos incertos, as ideias de precisão e de exatidão das medições também não são abordadas, como também o conceito de algarismos significativos. (SERPA, 2016, p. 68).

Segundo Serpa (2016) a análise das apostilas de Metrologia evidenciou que a abordagem do conteúdo de frações não faz alusão ao fato de se poder representar valores numéricos em forma fracionária, mencionando apenas as regras para a realização de operações aritméticas entre frações, o que evidencia a pouca exploração da abordagem

⁵ Instrumento utilizado na medição de grandezas que representam dimensões lineares (comprimento, altura, profundidade, largura, espessura) e que pode apresentar escalas nos sistemas métrico e inglês de medidas.

interdisciplinar, ideia que o autor transmite ao longo de todo seu estudo e de suas observações, mas que trata usando o termo “Transposição Didática”.

Ao concluir suas observações, Serpa (2016) reforça “a ausência de discussão de conceitos matemáticos centrais do campo das grandezas e medidas” e enfatiza que, no que se refere a esse eixo temático, existe um distanciamento entre o que se ensina no ensino médio regular e nos cursos profissionalizantes, pois não se trabalha, nas escolas, com a leitura de instrumentos para medição de comprimentos, incluindo o paquímetro.

Quanto aos pontos de semelhança entre o trabalho de Serpa (2016) e o presente estudo, destacam-se o interesse em evidenciar os conteúdos matemáticos da Educação Básica necessários ao ensino da Metrologia e a observação de que as lacunas de conhecimentos da área de matemática prejudicam o desenvolvimento do aprendizado de disciplinas técnicas. Além do pensamento de que se faz necessário trabalhar os conteúdos de forma interdisciplinar, facilitando, assim, a ressignificação dos conhecimentos prévios no processo de assimilação dos novos conteúdos, o que se traduz pela teoria da Aprendizagem Significativa adotada como aporte neste trabalho.

No que se refere às principais diferenças entre os trabalhos, destacam-se: o fato do autor utilizar outra Metodologia de Pesquisa e de realizar a análise de uma coleção de livros de Matemática e uma coleção de livros de Física adotadas nas escolas públicas da Região Metropolitana de Recife, além de duas apostilas de Metrologia usadas nos cursos do PRONATEC nas escolas do SENAI de Pernambuco, fatos que se distinguem do presente estudo, que não trabalha com a análise de material existente, mas que, buscando atingir o objetivo geral, propõe um material complementar para dar subsídios aos docentes da área técnica no processo de revisão dos conteúdos de Matemática Básica necessários ao aprendizado de “Metrologia Dimensional”.

2.5.3 – O OLHAR DA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL NA PERSPECTIVA DA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA: UMA COLABORAÇÃO NA CONSTRUÇÃO DO MATERIAL DIDÁTICO DA EJA (JÚLIO CEZAR PÁGIO)

A Dissertação “O olhar da Educação Profissional na Perspectiva da Educação Matemática: uma Colaboração na Construção do Material Didático da EJA”, de autoria de Júlio Cezar Págio, foi apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática do IFES.

O trabalho de Págio (2015) foi desenvolvido com base na seguinte questão: “Como as práticas pedagógicas (material didático, conteúdos, estratégias de ensino, etc.) das disciplinas da formação técnica podem contribuir na produção colaborativa de material didático de Matemática sobre proporcionalidade para a EJA/Proeja?” (PÁGIO, 2015, p. 20-21).

Entretanto, até chegar à sua questão de pesquisa, Págio (2015) menciona que, após a apresentação do projeto, teve que redirecionar o foco de seu objeto de estudo, pois um professor mencionou a necessidade de um profissional da área técnica para colaborar com a construção de material didático de matemática para o público da EJA, convidando-o a participar do grupo do GEPEN-ES como pesquisador externo. Assim, o foco de seu trabalho deixou de ser o aluno e o processo de aprendizagem em sala de aula e passou a ser a metodologia de ensino da matemática na EJA.

Em seu trabalho, o autor defende a importância da produção de recursos didáticos voltados ao público Jovem e Adulto, isto é, com foco na Educação de Jovens e Adultos (EJA), e relata que ao longo de sua experiência profissional como instrutor do SENAI notou que os alunos apresentavam dificuldades com conteúdos matemáticos.

Ao trabalhar com público de Jovens e Adultos, constatava que as dificuldades encontradas eram sempre maiores, pois percebia uma carência de conhecimento da Matemática, em consequência da baixa escolaridade e dos longos períodos fora dos bancos escolares, de acordo os diálogos [sic] estabelecidos com aqueles alunos. Uma dificuldade que sempre me incomodava era a aplicação de conteúdos envolvendo algumas ideias do conceito de proporcionalidade. (PÁGIO, 2015, p. 20)

Em sua trajetória profissional como instrutor do SENAI, Págio (2015) constatou, também, que o material usado nas aulas com os alunos da EJA não estava adequado às suas necessidades de formação, pois o mesmo material que era utilizado com os menores aprendizes também era usado para os alunos da noite nas turmas de EJA.

Acreditando que a matemática está presente em diversos momentos durante a formação na área técnica e entendendo a importância do aluno ter uma base matemática sólida, o autor coloca que, por inúmeras vezes, tinha que elaborar um material complementar para tentar amenizar a carência dos conteúdos matemáticos.

Ainda de acordo com o autor é “[...] importante olhar, de forma interdisciplinar, articulada e integrada, para as áreas técnicas e propedêuticas.” (PÁGIO, 2015, p. 66).

O foco de suas investigações foi o curso Técnico de Edificações do SENAI/ES e a metodologia adotada foi “Investigação de Caráter Qualitativo”. Para o desenvolvimento de sua pesquisa o autor dá início ao processo de análise do material já produzido pelo Grupo de Estudos e Pesquisas em Educação Matemática no Espírito Santo - GEPEN-ES e começa a

coparticipar da produção desse material junto ao grupo, com a intenção de, por meio de sua experiência com o público da EJA, contribuir para a elaboração de um material mais apropriado ao ensino do conteúdo de proporcionalidade para esse público e, ao final, obter o produto de seu trabalho.

O professor Rony apontou que alguns materiais didáticos de matemática para o Proeja-IFES, *campus* Vitória, estavam por ser concluídos. Dentre eles, o material didático sobre proporcionalidade, justamente o tema de meu interesse na pesquisa. Sugeri, então, que eu poderia retomar, em colaboração com o grupo, a construção do material de proporcionalidade e que, ao final dos trabalhos realizados, pudesse entrar como um dos coautores e utilizá-lo como produto final. (PÁGIO, 2015, p. 39).

O material elaborado pelo autor em colaboração com o GEPEM-ES atendia, na época do desenvolvimento da pesquisa, aos cursos Técnicos da EJA/Proeja do IFES *Campus* Vitória nas áreas de Segurança do Trabalho, Metalurgia e Edificações, e foi pensado e elaborado sob a perspectiva metodológica da resolução de problemas.

De acordo com Págio (2015) esse material deveria facilitar ao aluno a conexão dos conhecimentos matemáticos adquiridos ao longo de sua trajetória acadêmica, nas etapas da Educação Básica, aos novos conhecimentos e para isso, foi construído com o uso de situações problematizadas que dessem autonomia ao aluno para refletir e aplicar o que já sabia na busca de soluções para o problema proposto.

No que diz respeito ao trabalho com os alunos da EJA, o autor faz ponderações a respeito do caráter heterogêneo das turmas, no que se refere à faixa etária, e de como isso dificulta o trabalho do professor quando se necessita iniciar um conteúdo que depende de conhecimentos prévios. Págio (2015) relata que, nesse caso, o professor precisa saber administrar o conteúdo de forma a atender a todos e que isso “pode incorrer em posturas inadequadas durante esse processo”. (PÁGIO, 2015, p. 78).

Págio (2015) destaca, ainda, que o trabalho com alunos da EJA e a elaboração de material demanda a avaliação da trajetória de vida dos alunos.

É muito importante para o professor saber quem são os sujeitos da EJA. Qual o histórico de vida desses sujeitos? Quais são as suas reais necessidades? Já é sabido que são sujeitos jovens e adultos, que, por algum motivo, não tiveram a mesma oportunidade de avançar em seus estudos, durante o caminhar de suas trajetórias de vida em tempo adequado. (PÁGIO, 2015, p. 79).

Em suas considerações finais, o autor pondera sobre os problemas enfrentados pelos docentes da área técnica que, no cotidiano de sua profissão, precisam lidar com as dificuldades inerentes às lacunas de conhecimento dos conteúdos da Educação Básica, e

acabam tendo que desenvolver métodos ou materiais para atender às necessidades específicas de suas disciplinas, ainda que não tenham formação acadêmica específica na área propedêutica.

Esses profissionais vivem o dia a dia da formação técnica de jovens e adultos. São professores da área técnica que, em muitos momentos, precisam, no cotidiano de sala de aula, usar a matemática para atender às necessidades de suas disciplinas. Mesmo não possuindo licenciatura em matemática, muitos deles planejam práticas pedagógicas para facilitar a compreensão e o aprendizado dos educandos em resoluções de problemas imediatos da área afim. (PÁGIO, 2015, p. 87 - 88).

Nesse contexto, a interdisciplinaridade assume papel fundamental e exige do professor o entendimento de que a construção da aprendizagem deve se dar de forma colaborativa, envolvendo os sujeitos do processo: aluno, professor e saber.

[...] a construção de materiais didáticos de matemática, com foco nesse olhar, pode contribuir com o processo de aprendizagem dos educandos da EJA. É importante ressaltar que o papel do professor, quanto à sua postura e ao seu preparo, ao lecionar para o público da EJA, é fundamental para a transposição didática no processo de ensino, uma vez que fica estabelecida uma relação direta entre o professor, o aluno e o saber. (PÁGIO, 2015, p. 88).

Por fim, Págio (2015) afirma que o uso de recursos didáticos palpáveis como instrumentos de medida ou de recursos didáticos digitais como apresentações multimídia, ajudam o aluno na compreensão dos conteúdos de matemática, pois facilitam a visualização do conteúdo. O autor chama a atenção, porém, para o papel do professor nesse processo e explica que este deve atuar como mediador de forma a orientar o aluno na utilização adequada e proveitosa dos recursos disponibilizados, visto que, o uso do recurso pura e simplesmente não é suficiente para garantir a compreensão do conteúdo.

O trabalho de Págio (2015) traz como semelhanças a este estudo a opinião de que a utilização de materiais pensados de forma planejada e com abordagem interdisciplinar favorecem o processo de ensino e aprendizagem, além do pensamento de que, por não possuírem formação específica nas disciplinas propedêuticas, os docentes das áreas técnicas podem ter dificuldades em revisar os conteúdos da Educação Básica necessários ao bom andamento de sua disciplina.

Outro fato que se assemelha ao presente estudo está no entendimento de que, se os alunos apresentam características inerentes ao público da EJA, o trabalho do professor é mais complexo, pois exige o entendimento de que uma turma heterogênea demanda mais dedicação no planejamento das aulas e maior atenção ao processo de assimilação dos novos conceitos.

Quanto aos pontos diferentes, destacam-se: a metodologia adotada para a pesquisa; o conteúdo matemático avaliado (proporcionalidade); o curso técnico escolhido para o desenvolvimento da pesquisa e o fato do material proposto ter sido desenvolvido por um grupo de pesquisadores de diferentes áreas formativas.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Visando responder a questão proposta, “Quais aspectos teóricos e metodológicos devem ser considerados na elaboração de um material que contribua para a revisão de conteúdos matemáticos, da Educação Básica, essenciais ao estudo de “Metrologia Dimensional” para alunos do Curso Técnico em Mecânica Concomitante ao Ensino Médio do IFF *Campus* Itaperuna/RJ?”, este capítulo tem como finalidade apresentar a metodologia de pesquisa adotada neste trabalho, bem como descrever as etapas desenvolvidas em sua elaboração e no desenvolvimento do material complementar proposto.

3.1 – METODOLOGIA DA PESQUISA

“O que parece estar presente na cultura acadêmica [...] é uma convicção de que é necessário e obrigatório dar um nome a sua pesquisa. Acontece que nem sempre existe uma classe – ou tipificação – em que se pode enquadrar a pesquisa!”. (ANDRÉ, 2013, p. 96).

De acordo com André (2013), antes de se definir a metodologia de pesquisa adotada em um estudo deve-se atentar ao fato de que essa exigência, em se tipificar uma pesquisa e nomeá-la, pode acarretar prejuízos ao desenvolvimento do trabalho, uma vez que inúmeros fatores estão associados a um estudo, o que pode até ocasionar a necessidade de se desenvolver um novo tipo de pesquisa, ou seja, adotar uma metodologia ainda sem denominação específica. Segundo a autora:

Na perspectiva das abordagens qualitativas, não é a atribuição de um nome que estabelece o rigor metodológico da pesquisa, mas a explicitação dos passos seguidos na realização da pesquisa, ou seja, a descrição clara e pormenorizada do caminho percorrido para alcançar os objetivos, com a justificativa de cada opção feita. Isso sim é importante, porque revela a preocupação com o rigor científico do trabalho, ou seja: se foram ou não tomadas as devidas cautelas na escolha dos sujeitos, dos procedimentos de coleta e análise de dados, na elaboração e validação dos instrumentos, no tratamento dos dados. (ANDRÉ, 2013, p. 96).

Ainda segundo a autora, “[...] a definição do tipo de pesquisa torna-se um dos itens a ser mencionado na metodologia, se a sua tipificação for evidente, mas não é algo imprescindível, principalmente se não se tem ainda uma designação apropriada para identificá-la.” (ANDRÉ, 2013, p. 96).

Considerando que uma pesquisa que utiliza como estratégia investigativa o “Estudo de Caso” apresenta uma questão de pesquisa que se inicia em “Como” ou “Porquê”, e que este estudo não obedece à essa característica de tipificação, entende-se que, apesar disso, a

metodologia de pesquisa adotada pode ser considerada de cunho qualitativo e se enquadra em um “Estudo de Caso do tipo Analítico”, uma vez que a problemática apresentada tem como base a investigação de um fenômeno recorrente em um processo educativo real.

Como uma das estratégias da pesquisa qualitativa encontramos o estudo de caso. Essa metodologia [...] vem sendo utilizada com destaque no campo das pesquisas educacionais (STAKE, 2013), motivado por sua **possibilidade de investigar e interpretar os contextos**, programas governamentais, instituições públicas ou privadas, **problemáticas relacionadas a um grupo de pessoas, um processo ou prática educativa**. Assim como também referenciado por Yin (2005), **o estudo de caso possibilita ao pesquisador compreender um fenômeno a partir de seu contexto real**. (STAKE, 2013; YIN, 2005 *apud* TORMES; MONTEIRO; MOURA, 2018, p. 19, grifo nosso).

De acordo com André (2013), pesquisas de cunho qualitativo têm como princípio a concepção de que o conhecimento é construído pelas interações cotidianas do sujeito, que ao mesmo tempo que pode transformar a realidade pode, também, ser transformado por ela. Segundo a autora, nas pesquisas qualitativas “[...] o mundo do sujeito, os significados que atribui às suas experiências cotidianas, sua linguagem, suas produções culturais e suas formas de interações sociais constituem os núcleos centrais de preocupação dos pesquisadores.” (ANDRÉ, 2013, p. 97).

Segundo Bassey (2003), citado por André (2013), há três métodos de coleta de dados em pesquisas de Estudo de Caso: fazer perguntas (o que inclui a aplicação de questionários), observar eventos (prestar atenção no que acontece, que nesse estudo está relacionado à experiência enquanto docente da disciplina “Metrologia Dimensional”) e ler documentos (o que caracteriza o aporte teórico).

Neste estudo, esses métodos foram utilizados com a finalidade de se obter fundamentos que pudessem confirmar as suspeitas de que o público-alvo apresentava características semelhantes ao público da EJA e de que as lacunas de conhecimentos matemáticos, trazidas pelos alunos ingressantes no Curso Técnico em Mecânica do IFF *Campus* Itaperuna, influenciam diretamente no baixo desempenho do aluno na disciplina “Metrologia Dimensional”.

Ponte (2006) destaca que um Caso é caracterizado por suas "determinantes internas" e suas “influências externas”. Por isso, “é sempre preciso dar atenção à sua história (o modo como se desenvolveu) e ao seu contexto (os elementos exteriores, quer da realidade local, quer de natureza social e sistêmica que mais o influenciaram).” (PONTE, 2006, p. 5).

[...] este tipo de investigação não é experimental. Usa-se quando o investigador não pretende modificar a situação, mas compreendê-la tal como ela é. Faz-se um estudo

de caso quando não se tem controlo [sic] sobre os acontecimentos e não é portanto possível ou desejável manipular as potenciais causas do comportamento dos participantes (Merriam, 1988; Yin, 1984). Deste modo, não é uma abordagem virada para o estudo de situações de intervenção conduzidas pelo investigador. (MERRIAM, 1988; YIN, 1984 *apud* PONTE, 2006, p. 8).

Considerando esses pré-requisitos e o relato já realizado sobre o contexto em que a problemática foi identificada, bem como o trajeto realizado para se chegar até a proposição deste estudo, justifica-se, então, a metodologia adotada, ou seja, o Estudo de Caso do tipo Analítico e a estratégia escolhida para coleta de dados: aplicação de questionários, observação e leitura de documentos, como recomendado por Bassey (2003).

Os estudos de caso podem ter diversos propósitos. Como trabalhos de investigação, podem ser essencialmente exploratórios, servindo para obter informação preliminar acerca do respectivo objecto de interesse. Podem ser fundamentalmente descritivos, tendo como propósito essencial descrever, isto é, dizer simplesmente “como é” o caso em apreço. E, finalmente, **podem ser analíticos, procurando problematizar o seu objecto [sic], construir ou desenvolver nova teoria ou confrontá-la com teoria já existente** (Yin, 1984). Em Educação Matemática há lugar para qualquer um destes tipos de estudo. [...] No entanto, são os estudos de cunho analíticos [sic] que proporcionam um mais significativo avanço do conhecimento. (YIN, 1984 *apud* PONTE, 2006, p. 6, grifo nosso).

A classificação deste trabalho como um Estudo de Caso do Tipo Analítico deve-se ao fato de ter, em sua essência, a intenção de analisar o problema apresentado e mostrar que a problemática já vem sendo estudada por alguns autores (que foram tomados como referência para o desenvolvimento deste trabalho), isto é, confrontar com situações semelhantes, teorias existentes, avaliando os pontos de semelhança e as diferenças.

[...] num estudo de caso não faz sentido formular conclusões sob a forma de proposições gerais. Poderá haver, isso sim, a formulação de hipóteses de trabalho a testar em novas investigações. Além disso, parte da tarefa de pensar em que medida certos aspectos se podem ou não aplicar a outros casos fica a cargo dos leitores que deles têm um conhecimento mais directo [sic] ou seja, tem lugar a generalização pelo próprio leitor (Merriam, 1988). Não devemos menosprezar a facto [sic] que muito do valor dos estudos de caso deriva das questões que ajudam a levantar. (MERRIAM, 1988 *apud* PONTE, 2006, p. 16).

Sob esse aspecto, a presente pesquisa traz, subjacente ao objetivo geral, a discussão sobre questões concernentes às dificuldades dos alunos de um Curso Técnico em Mecânica Concomitante ao Ensino Médio na aplicação de conteúdos da Matemática Básica em situações que envolvem, entre outras tópicos, conhecimentos sobre sistemas de medida e utilização de números racionais. Constata-se uma realidade, propõem-se algumas explicações possíveis para ela, mas não se pretende, no entanto, modificar suas possíveis causas, por

serem alheias ao nosso controle. Busca-se, apenas, uma forma de atenuar as consequências e reduzir os prejuízos que possam ser causados ao aprendizado futuro.

Desse ponto de vista, quando este trabalho propõe, no objetivo específico “iv. Dar subsídios ao professor da área técnica para a abordagem dos conteúdos de Matemática da Educação Básica inerentes ao estudo da referida disciplina ou outra equivalente.”, mediante a elaboração de um material complementar para a revisão dos conteúdos matemáticos da Educação Básica essenciais ao estudo de “Metrologia Dimensional” no Curso Técnico em Mecânica Concomitante ao Ensino Médio do IFF *Campus* Itaperuna/RJ, o faz também na expectativa de que este material possa ser testado em outras Instituições, em cursos que ofereçam disciplina semelhante, o que, em concordância com Ponte (2006), dependerá da análise do leitor em seu processo de investigação.

Isto posto, a construção deste trabalho se deu em quatro etapas, que foram desenvolvidas com o propósito de atender aos objetivos específicos, e consequentemente, ao objetivo geral.

A etapa 1 constou da elaboração e aplicação de uma Atividade Diagnóstica, e a etapa 2 se deu com a produção e aplicação de um Questionário de Perfil. Posteriormente, na etapa 3, realizou-se a análise dos resultados obtidos na AD e no Questionário de perfil, bem como a escrita do capítulo destinado à Revisão de Literatura. A etapa final abrangeu a criação do material complementar, composto de uma apostila explicativa, intitulada “Conceitos Matemáticos Preliminares” e uma lista de atividades para verificação do entendimento do conteúdo abordado na apostila, intitulada “Atividades contextualizadas”. Assim, as seções a seguir têm como meta descrever os procedimentos realizados para o cumprimento de cada etapa.

3.1.1 – CARACTERIZAÇÃO DO PÚBLICO-ALVO: ATIVIDADE DIAGNÓSTICA E QUESTIONÁRIO DE PERFIL

Considerando as dificuldades apresentadas pelos alunos do Curso Técnico em Mecânica Concomitante ao Ensino Médio do IFF *Campus* Itaperuna e a reformulação do PPC do referido curso, em 2020, foi preparada uma AD para verificar se os alunos apresentavam os subsunçores (de matemática) necessários ao estudo de “Metrologia Dimensional”, com a intenção de identificar os pontos críticos relativos aos conteúdos fundamentais para a disciplina.

Vale ressaltar que essa ferramenta foi utilizada com vistas a atender ao seguinte objetivo específico: “ii. Caracterizar as dificuldades dos alunos de “Metrologia Dimensional” em relação aos assuntos de Matemática da Educação Básica essenciais à disciplina” e que sua aplicação se deu logo no início da disciplina, antes de qualquer revisão sobre os conteúdos avaliados.

Após a aplicação da AD (Apêndice A), um Questionário de Perfil (Apêndice B) foi respondido pelos alunos. Essa ferramenta foi utilizada buscando atender ao seguinte objetivo específico: “iii. Conhecer as características relevantes, para esta pesquisa, dos alunos que cursam a disciplina “Metrologia Dimensional”, no que diz respeito à sua vida acadêmica, pessoal e profissional”, com a intenção de caracterizar o público-alvo do material a ser elaborado e, possivelmente, evidenciar fatores que pudessem trazer explicações para algumas das dificuldades apresentadas.

3.1.1.1 - Atividade Diagnóstica

O processo de elaboração deste trabalho teve início em março de 2020 com a aplicação da AD para os alunos do módulo 1 do Curso Técnico em Mecânica Concomitante ao Ensino Médio do IFF *Campus* Itaperuna/RJ. Esta ferramenta foi utilizada com vistas a coletar dados de forma a alcançar o seguinte objetivo específico deste trabalho: “ii. Caracterizar as dificuldades dos alunos de “Metrologia Dimensional” em relação aos assuntos de Matemática da Educação Básica essenciais à disciplina”. Vale ressaltar que os resultados da AD serviram para elencar os pontos críticos, ou seja, as maiores dificuldades dos alunos nos assuntos já indicados no PPC do curso supracitado como requisitos ao estudo da disciplina.

A construção dessa atividade se deu com base na análise do PPC do Curso Técnico em Mecânica Concomitante ao Ensino Médio do IFF *Campus* Itaperuna/RJ, após sua reformulação (Anexo B), com vistas a caracterizar as dificuldades apresentadas pelos alunos quanto aos conteúdos de matemática, da Educação Básica, nele elencados para revisão. Assim, foram considerados os itens 2 (Revisão de matemática) e 3 (Sistemas de unidades) do referido documento para a elaboração das questões da AD.

A atividade foi preparada com seis questões, de forma a avaliar se os alunos tinham conhecimento dos seguintes conteúdos: i) operações básicas com frações, simplificação e representação na forma de fração mista, abordados na questão 1; ii) notação científica, avaliado na questão 2; iii) medições no sistema métrico decimal, verificado na questão 3; iv)

conversões entre unidades do sistema métrico decimal, objeto de análise da questão 4; v) uso das regras de arredondamento do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) considerando uma, duas ou três casas decimais, avaliado na questão 5 e vi) identificação da quantidade de algarismos significativos em um valor ou medida, verificado na questão 6.

A intenção da aplicação da AD foi apenas verificar se os alunos se recordavam ou não do que aprenderam nas etapas do EF e EM, no que se refere a cada um dos conteúdos matemáticos relacionados no PPC do curso como requisitos ao estudo da disciplina, para ratificar a suspeita de que traziam grandes lacunas de conhecimento desses conteúdos, bem como identificar os pontos críticos, isto é, de maior dificuldade em cada conteúdo avaliado.

3.1.1.2 - Questionário de Perfil

O Questionário de Perfil foi elaborado de forma semiestruturada e continha perguntas para avaliar questões do perfil acadêmico e socioeconômico do aluno. Os objetivos deste questionário foram: identificar as possíveis causas para as dificuldades apresentadas, pelos alunos, no que se refere aos conteúdos matemáticos da Educação Básica necessários ao estudo de “Metrologia Dimensional” e verificar se poderiam apresentar um perfil semelhante aos alunos da EJA, como se supunha pela observação realizada ao longo do período como docente da disciplina.

Vale destacar que todas as perguntas do questionário foram elaboradas considerando o período em que o aluno iniciou o curso, já que a disciplina “Metrologia Dimensional” é parte da grade curricular do módulo 1.

Sendo composto por dezesseis questões, o Questionário de Perfil é formado por três partes de caráter mais abrangente: uma dedicada ao perfil do aluno dentro do curso; outra, a obter maior conhecimento sobre sua formação acadêmica, e a terceira de cunho socioeconômico. A última parte é especificamente voltada à disciplina de Metrologia.

No que diz respeito à parte 1, sobre o perfil do aluno dentro do curso, são feitas quatro perguntas, referentes ao período letivo em que iniciou o curso na instituição, à sua faixa etária à época do ingresso no curso, a um eventual trancamento de matrícula e ao período em que se encontrava no momento da aplicação do questionário.

A parte 2, referente à formação acadêmica, possui três questões. A primeira tem o objetivo de investigar há quanto tempo o aluno concluiu o EF e o EM. A segunda, saber qual era seu maior nível de formação acadêmica ao ingressar no curso, e a última dedica-se a

verificar se ele se lembra de ter estudado ou não os conteúdos elencados no PPC do curso como requisitos ao estudo da disciplina.

Na parte 3, são feitas seis perguntas de cunho socioeconômico, versando sobre a constituição familiar do aluno; sua contribuição financeira para a renda familiar; suas atividades diárias, no que se refere a estudo em outra instituição e trabalho; o município em que residia quando iniciou o curso e o meio de transporte utilizado para o deslocamento até o *campus*.

Específica sobre a disciplina de “Metrologia Dimensional”, a última parte tem três questões. Na primeira, deseja-se saber se o aluno já fez a disciplina. Caso afirmativo, quantas vezes. Na segunda, que conteúdo ele considerou mais difícil quando cursou a disciplina. Por último, se teve dificuldades na representação de números nas formas decimal e fracionária.

Buscando uma fundamentação teórica para a elaboração do questionário de pesquisa, a fim de ratificar as suspeitas de que o público do curso em tela apresentava características semelhantes a alunos da EJA, adotou-se como referencial teórico o estudo de Muniz, Mattos e Souza (2016).

Antes de discorrer sobre a pesquisa realizada pelas autoras acima mencionadas, torna-se importante o esclarecimento das características inerentes ao público da EJA, apresentadas nas DCNEB (BRASIL, 2013) que define, apenas, que a EJA é a modalidade de ensino que tem por público-alvo os cidadãos que, por quaisquer motivos, não conseguiram completar o ensino básico em idade considerada regular. Entretanto, torna-se essencial esclarecer que aspectos, segundo Muniz, Mattos e Souza (2016), os colocam na condição de alunos da EJA.

Segundo Muniz, Mattos e Souza (2016) os alunos da EJA apresentam experiências pessoal, profissional e educacional diferentes dos alunos das demais modalidades de ensino e, por isso, “[...] é fundamental pensar no perfil destes estudantes e levar em consideração, suas experiências socioculturais em relação aos processos de aprendizagem.” (MUNIZ, MATTOS; SOUZA, 2016, p. 3).

Essa visão está em consonância com a Teoria da Aprendizagem Significativa, proposta por Ausubel e estudada por Moreira (2012), pois leva em consideração que a construção do conhecimento está relacionada ao que o aluno aprendeu ao longo de sua trajetória de vida, o que mostra a importância dessa Teoria como referencial neste trabalho.

Ainda de acordo com Muniz, Mattos e Souza (2016), os alunos da EJA são, em sua maioria “[...] trabalhadores proletários, desempregados, donas de casa, jovens, idosos,

portadores de deficiências especiais, com suas diferenças culturais, etnias, religião e crenças.” (MUNIZ, MATTOS; SOUZA, 2016, p. 4).

A pesquisa realizada pelas autoras também indica que esses alunos têm, em sua maioria, idade igual ou superior a vinte anos e que a distância entre a escola e o local de residência dificulta muito a permanência nos estudos, pois, não raras vezes, o acesso a algum meio de transporte é restrito.

Por fim, outro importante aspecto apontado pelas autoras se refere ao que Ausubel chama de “predisposição para aprender”, isto é, ao fato de que o sujeito precisa demandar ou ansiar pelo novo conhecimento. Nesse caso, Muniz, Mattos e Souza (2016) apontam que a motivação para que essas pessoas retomem os estudos na fase jovem/adulta está associada, na maior parte dos casos, ao desejo de se qualificar para ter mais chances de acesso às vagas disponíveis no mercado de trabalho ou ao ingresso em um curso de nível superior.

3.1.2 – REVISÃO DE LITERATURA

A etapa de Revisão de Literatura, à procura de trabalhos que apresentassem alguma relação de semelhança com esta proposta, foi realizada buscando atender ao objetivo geral e aos seguintes objetivos específicos: i. Identificar os assuntos de Matemática da Educação Básica essenciais ao estudo da disciplina de “Metrologia Dimensional”; ii. Caracterizar as dificuldades dos alunos de “Metrologia Dimensional” em relação aos assuntos de Matemática da Educação Básica essenciais à disciplina; iv. Evidenciar a relação entre os conteúdos de Matemática da Educação Básica e aqueles concernentes à disciplina de “Metrologia Dimensional” e v. Estudar a teoria da Aprendizagem Significativa e sua relação com os cenários trazidos pelos problemas propostos no processo de ensino e aprendizagem de disciplinas da área técnica. Os resultados foram apresentados no capítulo 2.

3.1.3 – ELABORAÇÃO DO MATERIAL COMPLEMENTAR

A partir dos estudos realizados, o material complementar foi elaborado de forma a atender ao objetivo específico “vi. Dar subsídios ao professor da área técnica para a abordagem dos conteúdos de Matemática da Educação Básica inerentes ao estudo da referida disciplina ou outra equivalente”.

Sendo constituído por uma apostila, intitulada “Conceitos Matemáticos Preliminares” e uma lista de exercícios, denominada “Atividades Contextualizadas”, sua elaboração foi

realizada tendo em vista permitir a interdisciplinaridade por meio da contextualização, possibilitando uma Aprendizagem Significativa. Para isso, foram considerados os aspectos: perfil da turma (resultados obtidos por meio da análise dos Questionários de Perfil); resultados das Atividades Diagnósticas (destacando os erros mais frequentes); perspectivas obtidas na leitura dos trabalhos selecionados na revisão de literatura e observação ao longo do tempo de experiência de docência na disciplina.

Considerou-se, para a elaboração deste material, entre outros aspectos, os relatos dos instrutores do Senai de São Carlos (SP), trazidos por Bolzan (2003), no que se refere à dificuldade dos alunos na realização da conexão dos conteúdos matemáticos, aprendidos na Educação Básica, com os conceitos das disciplinas técnicas, de forma a correlacionar esses conceitos na solução de problemas propostos nestas disciplinas.

Outro ponto levado em consideração na construção do material tem como base a teoria da Aprendizagem Significativa, proposta por Ausubel e trazida por Moreira (2012), que corrobora com os estudos de Pinheiro (2012) quanto à necessidade de se propor uma prática de ensino que aborde os conteúdos de forma a atribuir significado a cada um deles.

O desenvolvimento do material também está pautado no estudo de Moreira (2012), o qual defende que a atribuição de significado a um novo conhecimento depende do conhecimento anterior trazido pelo aluno, e da relevância da relação entre eles, tendo como base a organização do conhecimento anterior para o aprendizado de um novo.

Ainda segundo Moreira (2012), um material deve ser construído de forma lógica para que os alunos possam usar os “organizadores prévios” de maneira relevante na atribuição de significado ao novo conhecimento.

Com base no exposto, o material elaborado busca permitir ao aluno o resgate dos conhecimentos prévios de forma organizada (estruturada), o que Ausubel chama de “organizadores prévios” e que, segundo ele, devem possibilitar ao aluno a revisão dos conceitos e, em último caso, seu aprendizado, visto que, por razões diversas, este aluno pode não ter tido contato anterior com tais conteúdos, ponto que também foi de grande preocupação na elaboração do texto da apostila e na proposição das Atividades Contextualizadas.

3.1.3.1 - Apostila “Conceitos Matemáticos Preliminares”

Concordando com o proposto por Págio (2015) quanto à necessidade de se trabalhar de forma interdisciplinar, articulada e integrada com as áreas técnica e propedêutica,

utilizando material com linguagem adequada aos alunos de cada modalidade de curso, a apostila “Conceitos Matemáticos Preliminares” (Apêndice C) foi desenvolvida.

Considerando todos os aspectos teóricos e metodológicos mencionados anteriormente, a apostila foi estruturada em duas seções. O Quadro 4 resume os conteúdos abordados em cada seção e respectivas subseções.

Quadro 4 – Conteúdos abordados em cada seção da apostila “Conceitos Matemáticos Preliminares”.

Seção 1: voltada à apresentação de conceitos relacionados aos números, especificamente ao conjunto dos números racionais.	Subseção 1.1	Aborda a forma de representação decimal dos números racionais, incluindo temas correlatos, importantes para a disciplina de Metrologia, tais como: a) Algarismos significativos; b) potências e notação científica; c) arredondamento de números.
	Subseção 1.2	Trata da representação fracionária dos números racionais. Apresenta-se um conceito para fração e a classificação das frações em fração aparente, fração própria, fração imprópria, fração mista e fração irredutível. Em seguida são trabalhadas as regras de operações básicas com frações (adição, subtração, multiplicação e divisão).
Seção 2: aborda temas relacionados ao processo de medição, com o objetivo de mostrar a importância de se adotar um sistema de unidades padronizado, que garantisse um comércio justo.	Subseção 2.1	Busca esclarecer os conceitos associados aos termos “medir” e “unidade de medida”.
	Subseção 2.2	Apresenta um breve histórico sobre os desenvolvimentos dos sistemas de medição.
	Subseção 2.3	Visa apresentar o sistema métrico decimal, para medidas lineares, bem como as relações de conversão de unidades nesse sistema.
	Subseção 2.4	Faz-se a apresentação do sistema inglês de unidade de medidas lineares.

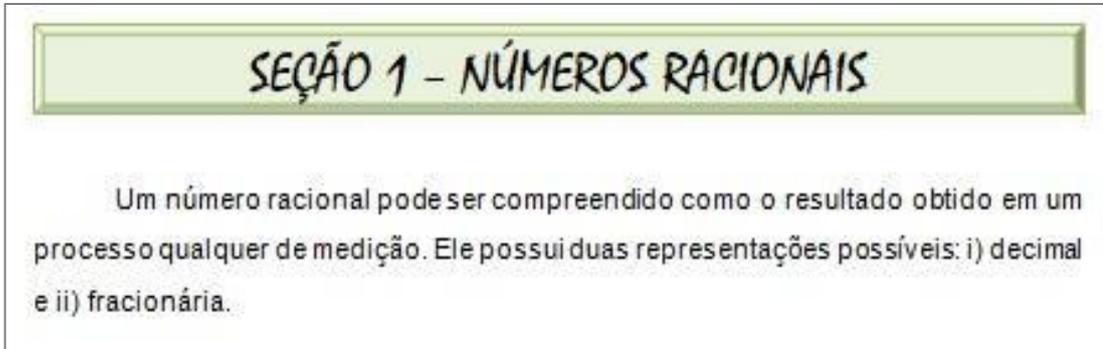
Fonte: elaboração própria.

Faz-se importante pontuar que a escolha dos assuntos da apostila foi feita não apenas por sua relevância para a disciplina de “Metrologia Dimensional”, como foi possível comprovar no capítulo destinado à Revisão de Literatura, mas também pelo fato de fazerem parte dos conteúdos elencados pela BNCC para o EF e o EM. O que implica, pelo menos teoricamente, não serem conteúdos completamente novos para os alunos. Porém, conforme já mencionado, são observadas diversas dificuldades quando há necessidade de sua aplicação em contextos diversos, incluindo na solução de problemas propostos pelas disciplinas técnicas.

As definições adotadas na apostila, principalmente no que se refere ao conteúdo de números racionais, foram escolhidas com o objetivo de aproximar o conteúdo matemático da

realidade da disciplina técnica, propiciando a assimilação desse conteúdo de forma mais significativa e facilitando a conexão entre as áreas propedêutica e técnica, como pode ser observado na Figura 1.

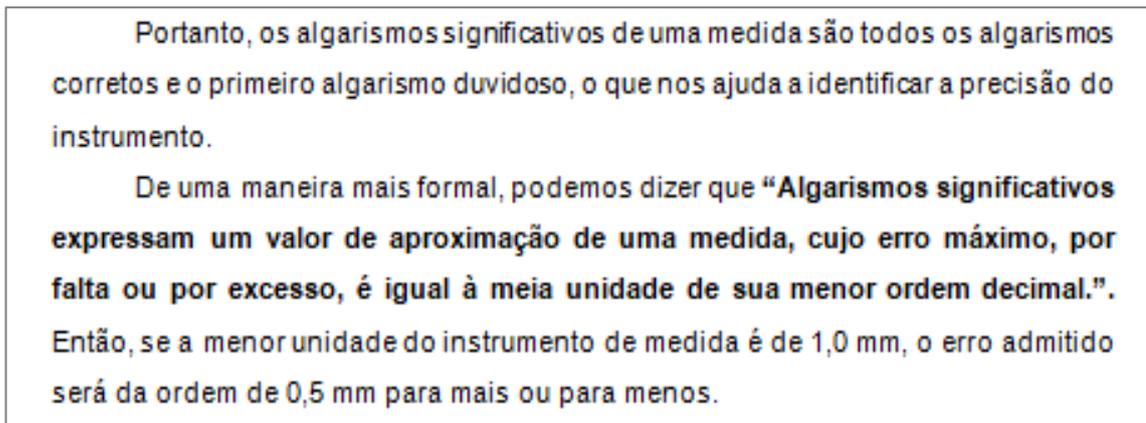
Figura 1 – Trecho da apostila “Conceitos Matemáticos Preliminares”: definição de números racionais.



Fonte: elaboração própria.

No que se refere ao conteúdo de algarismos significativos, destaca-se o cuidado em fazer a associação desse conceito com a disciplina de Metrologia por meio de um exemplo voltado para a correta representação dos valores de uma medição, em função da margem de erro admitida pelo instrumento utilizado, como se pode observar na Figura 2.

Figura 2 – Trecho da apostila “Conceitos Matemáticos Preliminares”: conceito de algarismos significativos.



Fonte: elaboração própria.

Na seção dedicada ao arredondamento de números, enfatizou-se o fato de que nem sempre a utilização das regras, estabelecidas convencionalmente pela estatística, garante a resposta correta a uma demanda real. Buscou-se demonstrar que, em determinadas situações práticas, a simples aplicação das regras poderia causar transtornos. Isto contribui também para despertar no aluno um senso crítico em relação ao resultado obtido por ele. Observe a Figura 3.

Figura 3 – Trecho da apostila “Conceitos Matemáticos Preliminares”: observação sobre o cuidado com o uso das regras de arredondamento.

Um fato muito importante deve ser considerado ao se realizar arredondamentos: o que esse valores representam? Por exemplo, se você estiver realizando a especificação do material necessário para construir uma mesa e chegou à conclusão de que precisaria de 2,2 barras de metalon para sua estrutura, você não pode escrever este resultado utilizando as regras de arredondamento do IBGE.

Nesse caso, pela regra do IBGE, considerando que não podemos comprar meia barra ou qualquer outra quantidade que não seja inteira, o valor seria arredondado para 2,0 barras. Contudo, ficaria faltando material, já que você ainda precisaria de mais 0,2 barra para completar a quantidade mínima de material para a estrutura da sua mesa.

Por isso, em situações nas quais trabalhamos com quantidade de material para fabricar algum item, SEMPRE vamos arredondar para o valor superior, garantindo que não falte material, e considerando, também, as possíveis perdas durante os processos de corte e operações de usinagem que serão realizadas para construir o item.

Fonte: elaboração própria.

Outro cuidado, durante a redação da Apostila, foi na confecção da tabela com os exemplos de arredondamentos, pois durante a aplicação da AD notei que a ordem em que a tabela apresentava os arredondamentos, iniciando com aproximações da 3ª casa decimal, induzia ao raciocínio de que o arredondamento posterior, para a 2ª casa decimal, seria realizado com base no valor obtido com três casas, e não considerando o valor inicial. Na tentativa de evitar essa interpretação, ao preparar a apostila, as colunas com os exemplos foram reordenadas. Assim, os alunos sempre utilizariam o valor inicial como referência para realizar as aproximações.

3.1.3.2 - Atividades Contextualizadas

Os resultados obtidos com a análise do Questionário de Perfil, apresentados no capítulo 4, levantaram como ponto importante a necessidade de um material cuja linguagem fosse adequada ao público jovem e adulto, já que as características das turmas apontaram que há um perfil voltado para a EJA. Por isso, tanto nos exemplos da apostila quanto no enunciado das atividades, foram utilizadas situações contextualizadas, com as quais os alunos pudessem se identificar.

As atividades possuem cinco questões contextualizadas. A descrição dos objetivos de cada questão é realizada a seguir.

A questão 1 é composta por dez itens e traz a representação de uma régua graduada nos sistemas métrico e de polegada fracionária. No primeiro e no quarto itens, explora-se a leitura do instrumento de medição, para que o aluno identifique o menor valor que pode ser lido em cada escala. O item “i” se refere à parte superior do instrumento, com divisões em milímetros, e o item “iv” à sua parte inferior, em polegada fracionária. O segundo item tem como objetivo verificar se o aluno compreendeu que o erro admitido convencionalmente em uma medição corresponde à metade do menor valor lido em sua escala. O terceiro item relaciona o conhecimento de algarismos significativos com a quantidade de casas decimais que devem ser utilizadas na representação dos valores lidos. No item “v” é trabalhada a leitura das medidas indicadas pelas cotas e a conversão de milímetros para centímetros. O sexto item trata do reconhecimento e da caracterização da representação decimal de números racionais. O item “vii” aborda a conversão para metros das medidas obtidas no item “v” e suas representações nas formas de número e fração decimal. No item “viii”, o aluno deve indicar a quantidade de algarismos significativos de alguns valores obtidos nos itens anteriores. No penúltimo item, é verificada a compreensão, por parte do aluno, do conceito de notação científica. O último item é dedicado a relacionar a representação em notação científica ao número de algarismos significativos de um número.

Na questão número 2, apresenta-se uma situação em que um profissional precisa calcular a quantidade de material necessário para fabricar uma estrutura de metal. Para sua resolução, são necessários conhecimentos sobre conversão de unidades de medida e arredondamento. Além disso, enfatiza a importância do conhecimento matemático para o exercício de sua profissão.

A questão 3 traz a figura de um paquímetro com a indicação dos valores de uma medida utilizando o sistema de polegada fracionária. Há três itens, que exploram aspectos diferentes da representação dos valores obtidos em uma medida. No primeiro, os valores são dados por extenso e o aluno deve representá-los sob a forma fracionária, realizar sua soma e apresentar o resultado na forma de fração mista. No segundo item, ele deve identificar que tipo de fração foi utilizada na representação de cada uma das medidas do item anterior (mista, própria, imprópria). O último item apresenta as medidas na forma de polegada milesimal, e o aluno deve escrevê-las por extenso. O objetivo deste item é verificar se a leitura no referido sistema de unidades de medida está sendo feita corretamente.

Na questão 4, há um exemplo contextualizado em que o aluno deve especificar o tamanho de grampo adequado para grampear determinada quantidade de folhas. Esta questão é composta por dois itens, sendo o primeiro com quatro subitens. O primeiro subitem tem como objetivos realizar a conversão de micrometros para milímetros e verificar se o enunciado foi corretamente compreendido. O segundo subitem trata das regras de arredondamento, e o terceiro leva o aluno a repensar o resultado obtido no item anterior, devido às características expostas na descrição da situação. O último subitem traz uma situação semelhante à do primeiro, a fim de verificar se ele conseguirá fazer o arredondamento do resultado de acordo com as regras do IBGE. O segundo item leva o aluno a fazer o raciocínio inverso ao realizado no primeiro. Nele são realizadas a conversão de micrometro para milímetro e a adição de medidas em milímetros.

Esta questão enfatiza, mais uma vez, a relação intrínseca entre a Matemática e a Metrologia. Se houver distração ou erro na leitura das medidas apresentadas na especificação de um material (no caso, o grampo), as consequências envolvem desde perdas financeiras, retrabalho até desfechos mais sérios. Pode-se pensar, por exemplo, na especificação das peças do sistema de frenagem de um automóvel, caso em que qualquer falha poderia gerar acidentes.

A última questão também traz uma situação do contexto profissional da área de mecânica e explora os conteúdos de potências, conversão de unidades no sistema métrico e operações com potências. No primeiro item, o aluno precisa representar todos os valores fornecidos na questão como números multiplicados por potências de base dez de mesmo expoente, a fim de realizar sua soma. No segundo item, ele deve realizar a conversão de metros para quilômetros, sendo que a medida está representada como um número multiplicado por uma potência de dez.

As Atividades Contextualizadas elaboradas contam com uma versão para o aluno (Apêndice D) e outra para o professor (Apêndice E). A versão do professor traz sugestões de observações que deveriam ser realizadas por ele durante a correção das questões.

Destaca-se a dificuldade de encontrar questões, relacionadas aos conteúdos matemáticos avaliados na AD, voltadas ao contexto do curso e da disciplina, o que levou-nos à criação de questões inéditas, que trabalhassem o conteúdo propedêutico associando-o ao contexto do futuro contexto profissional do aluno, como pode ser observado na elaboração da questão 5 das Atividades Contextualizadas (Figura 4).

Figura 4 – Atividades Contextualizadas: questão 5.

5. O transporte de produtos derivados de petróleo pode ser realizado de várias formas. No Brasil, utilizam-se dutos para óleo e gás, por exemplo. A fase de transporte destes produtos ocorre em duas etapas: a saída da fonte de produção até uma empresa de distribuição e depois a saída do produto desta empresa até o consumidor final.

Suponha que você trabalha em uma empresa de distribuição de gás e seu chefe solicitou que realizasse um levantamento da extensão dos gasodutos em operação no Brasil. Ao realizar uma pesquisa, você descobriu que há gasodutos em todas as regiões do país, e que suas extensões são:

Nordeste: 2.134×10^8 metros
 Sudeste: 3.692×10^8 metros
 Sul: 1.379.200 metros
 Centro-Oeste: 1.531.000 metros
 Norte: $5,078 \times 10^5$ metros

Fonte: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-166/Relat%C3%B3rio%20final%20PEMAT.pdf>

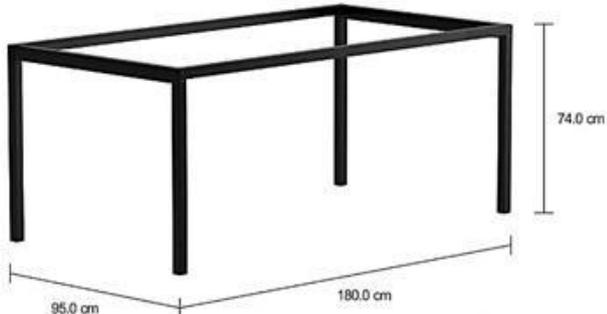
Fonte: elaboração própria.

Com base nessa ótica, as Atividades Contextualizadas também estão voltadas para a interdisciplinaridade e a contextualização na proposição de exemplos do futuro cotidiano profissional do aluno, mostrando a aplicabilidade dos conteúdos matemáticos e da disciplina em seu ambiente de trabalho, propondo atividades que exploram de forma significativa o uso da matemática na solução dos problemas da área técnica, conforme ilustrado na Figura 5.

Figura 5 – Atividades Contextualizadas: questão 2.

2. Um serralheiro precisa comprar material para fabricar uma bancada de apoio para suas ferramentas. Ele quer fazer uma estrutura de metalon, com o formato e medidas indicadas abaixo.

Considerando que a barra de metalon é vendida com comprimento padrão de 6,0 metros, calcule a quantidade mínima de barras necessárias para a construção da bancada e indique quantas barras o serralheiro deverá comprar para fabricar a bancada.



Fonte: <https://www.tokstok.com.br/base-mesa-180-m-x-95-cm-preto-metric/p>

Fonte: elaboração própria.

Conforme já mencionado, as atividades contextualizadas possuem uma versão para o aluno e outra para o professor, que apresenta, em cada questão, observações que destacam a intrínseca relação entre os conteúdos matemáticos estudados e a disciplina de “Metrologia Dimensional”, evidenciando a interdisciplinaridade, e enfatizando conceitos que precisam ser reforçados durante a correção, como mostra a Figura 6.

Figura 6 – Atividades Contextualizadas: destaque das observações a serem realizadas pelo professor.

Professor: reforçar que a unidade de medida pode alterar a quantidade de algarismos significativos da medida realizada, e que, ao transformar os resultados obtidos, perde-se a referência de qual seria o menor valor possível de ser lido pelo instrumento, ou seja, ao representar os valores em metros, imagina-se que a escala do instrumento esteja graduada em metros e que o erro admitido convencional seria equivalente a 0,5 m, o que não seria apropriado de se fazer, já que o instrumento usado na questão tem escala em milímetros.

Fonte: elaboração própria.

Procurou-se, também, quando possível, indicar as possibilidades de resolução para uma mesma questão (Figura 7), de forma a facilitar a correção e a identificação das dificuldades do aluno no que se refere ao procedimento adotado para a resolução.

Figura 7 – Atividades Contextualizadas: duas opções de resolução para a questão 2.

Opção de resolução 1:	Opção de resolução 2:
<p>Calcular a quantidade de material em centímetro e depois transformar o valor para metro.</p> <p>calculando a quantidade de material:</p> <p>4 x 74,0 cm = 296,0 cm 2 x 95,0 cm = 190,0 cm 2 x 180,0 cm = 360,0 cm</p> <p>296,0 cm + 190,0 cm + 360,0 cm = 846,0 cm</p> <p>para transformar para metro dividimos por 100:</p> <p>846,0 cm ÷ 100 = 8,46 m</p> <p>R.: como cada barra de metalon tem 6,0 m de comprimento, seriam necessárias, no mínimo, 2 barras para fabricar a estrutura da bancada.</p>	<p>Transformar as medidas para metro e efetuar o cálculo.</p> <p>para transformar para metro dividimos por 100:</p> <p>74,0 cm ÷ 100 = 0,74 m 95,0 cm ÷ 100 = 0,95 m 180,0 cm ÷ 100 = 1,80 m</p> <p>calculando a quantidade de material:</p> <p>4 x 0,74 m = 2,96 m 2 x 0,95 m = 1,90 m 2 x 1,80 m = 3,60 m</p> <p>2,96 m + 1,90 m + 3,60 m = 8,46 m</p> <p>R.: como cada barra de metalon tem 6,0 m de comprimento, seriam necessárias, no mínimo, 2 barras para fabricar a estrutura da bancada.</p>

Fonte: elaboração própria.

Ressalta-se, por fim, o zelo na elaboração de questões que conseguissem abranger todos os conteúdos trabalhados na apostila, buscando explorar ao máximo cada uma das questões propostas, inclusive no que diz respeito à contextualização. Cabe ressaltar que,

devido à dificuldade de encontrar questões voltadas ao contexto técnico e que versassem sobre os conteúdos explorados, foram elaborados exercícios inéditos, como na questão 4, ilustrada na Figura 8.

Figura 8 – Atividades Contextualizadas: trecho da questão 4.

4. Você já deve ter notado que ao comprar grampos para grampeadores de uso escolar, residencial ou em escritórios, as caixas vem com uma numeração, como por exemplo: 23/8 ou 26/6, certo? Essa é a especificação das dimensões do grampo, vamos entender melhor.

O primeiro valor representa a quantidade de vezes que o arame passou por uma máquina de conformação (fieira) até se transformar em um fio com a espessura desejada. Se o valor é 23 significa que ele passou 23 vezes por essa máquina e a cada passagem (passo) ele teve sua espessura reduzida, logo se o valor é 26, esse grampo passou 26 vezes pela fieira. Assim, um grampo 26 é mais fino que um 23, pois passou maior número de vezes pela máquina e, por isso, sua espessura é menor.

Já o segundo valor indica a altura da perna do grampo, que está relacionada à quantidade de folhas que ele consegue grampear. Quanto mais alta a perna, mais folhas ela consegue unir. Então, o valor 8 (que está em mm) pode grampear mais folhas que um grampo com valor 6.

Ao escolher o grampeador mais apropriado, você deve avaliar quantas folhas (em média) possuem os documentos que você costuma grampear, pois, ao calcular a altura do perna do grampo, você precisa deixar 3 mm de perna sobrando, para que as pontas que sobram sejam suficientes para segurar a última folha e não deixar que ela se solte.

Fonte: elaboração própria.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este capítulo traz, na seção 4.1, os resultados obtidos com a aplicação da AD, que caracterizam as dificuldades mais frequentes dos alunos nos conteúdos matemáticos elencados no PPC do Curso Técnico em Mecânica Concomitante ao Ensino Médio do IFF *Campus* Itaperuna no item “Revisão de Matemática” (Anexo B) e, no tópico 4.2, os dados apurados com a análise do Questionário de Perfil, ferramentas, que, como mencionado, serviram de base, respectivamente, para identificação dos pontos críticos e caracterização do público ao qual se destina o material complementar proposto.

4.1 – ATIVIDADE DIAGNÓSTICA

A AD foi respondida por 23 alunos, pois eram os que estavam presentes no dia da aplicação, e os conteúdos avaliados foram: i) “Operações com frações”; ii) “Notação científica”; iii) “Medição com escalas no sistema métrico”; iv) “Conversões de unidade no sistema métrico”; v) “Arredondamento de números” e vi) “Identificação dos algarismos significativos em um valor”. Os erros mais frequentes identificados, bem como número de alunos que apresentou algum desses erros, estão descritos no Quadro 5, a seguir:

Quadro 5 parte 1 – Erros mais frequentes identificados na Atividade Diagnóstica.

Conteúdo avaliado	Erro apresentado	Número de alunos
i) “Operações com frações”	(a) Não representar a fração na forma simplificada ou na forma de fração mista (conforme solicitado na questão)	19
	(b) Aplicar a regra de adição de frações em operação de multiplicação de frações	8
	(c) Não saber obter o Mínimo Múltiplo Comum (MMC) entre os denominadores das frações	5
	(d) Apresentar resultados na forma decimal (diferente do que a questão solicitava)	3
	(e) Efetuar operação de multiplicação/divisão de maneira errada ao calcular a fração equivalente	2
	(f) Utilizar número racional como numerador	2
ii) “Notação científica”	(g) Representar o valor apenas como um produto de um número qualquer por uma potência de base dez	7
	(h) Errar ao calcular o valor do expoente	6
	(i) Representar o número (que seria a mantissa) elevado ao expoente	4

Fonte: elaboração própria.

Quadro 5 parte 2 – Erros mais frequentes identificados na Atividade Diagnóstica.

Conteúdo avaliado	Erro apresentado	Número de alunos
ii) “Notação científica”	(j) Não colocar o sinal negativo do expoente	2
	(k) Fazer aproximação no valor da mantissa ⁶ para duas casas decimais	2
iii) “Medição com escalas no sistema métrico”	(l) Não fazer aproximação do valor da medida devido ao fato da escala não ter representação de subdivisões	8
	(m) Confundir unidades ao representar resultados (unidade mm e valor em cm)	6
	(n) Não saber medir se a origem não for o zero da escala	4
	(o) Chegar ao valor certo e indicar a unidade de medida errada	2
iv) “Conversões de unidade no sistema métrico”	(p) Não indicar a separação das classes usando ponto	12
	(q) Não colocar a unidade de medida	7
	(r) Indicar a unidade de medida errada	2
	(s) Confundir dm e dam	2
v) “Arredondamento de números”	(t) Desconhecer/Esquecer a regra de aproximação para o dígito 5	20
	(u) Desconhecer/Esquecer a regra de aproximação para dígitos maiores que 5	17
	(v) Desconhecer/Esquecer a regra de aproximação para dígitos menores que 5	9
	(w) Não identificar a casa decimal solicitada na aproximação	5
vi) “Identificação dos algarismos significativos em um valor”.	(x) Efetuar o produto pela potência de base dez e contar os zeros do resultado como significativos	6
	(y) Não contar zeros à direita da vírgula (quando há somente zeros)	4
	(z) Contar zeros à esquerda dos algarismos	2

Fonte: elaboração própria.

Nas Figuras 9 a 16 serão apresentados exemplos de resoluções, que retratam alguns dos erros cometidos pelos alunos, para fins de ilustração dos resultados. Em cada figura, serão explicitados o objetivo da questão e o tipo de erro identificado, conforme o Quadro 5.

Como já mencionado, o objetivo da questão 1 foi verificar se eles sabiam realizar as operações básicas com frações e representar o resultado na forma simplificada ou de fração

⁶ A notação científica é uma forma de representação de valores que utiliza o produto de um número real por uma potência de base dez. Nessa representação, o número real é chamado de mantissa e deve ser, obrigatoriamente, maior ou igual a 1 e menor que 10. A representação genérica de um valor em notação científica é dada por: $a \times 10^n$, onde a é a mantissa e n é um número inteiro qualquer (positivo ou negativo).

mista. A Figura 9 mostra o erro (a), na resposta do aluno A, em um trecho da questão 1. Não se pode afirmar se houve falta de atenção na leitura do enunciado, ou se não soube representar o resultado na forma solicitada.

Figura 9 – Trecho da questão 1: resposta do aluno A (não representou os valores na forma de fração mista).

1. Efetue as operações abaixo. Coloque as respostas na forma mais simplificada possível ou na forma de fração mista quando possível.

$\frac{3}{4} + \frac{3}{4} + \frac{6}{8} = \frac{6+6+6}{8} = \frac{18}{8} = \frac{9}{4}$ ✗ $2\frac{1}{4}$

$\frac{2}{11} + \frac{1}{3} = \frac{6+11}{33} = \frac{17}{33}$ ✓

$\frac{5}{2} + \frac{10}{4} - \frac{1}{8} = \frac{20+20-1}{8} = \frac{39}{8}$ ✗ $4\frac{7}{8}$

$\frac{5}{4} + \frac{7}{8} - \frac{3}{8} = \frac{10+7-3}{8} = \frac{14}{8} = \frac{7}{4}$ ✗ $1\frac{3}{4}$

Handwritten calculations on the right side of the page show long division for converting improper fractions to mixed numbers: $\frac{18}{8} = 2 \frac{2}{8} = 2 \frac{1}{4}$, $\frac{39}{8} = 4 \frac{7}{8}$, and $\frac{14}{8} = 1 \frac{6}{8} = 1 \frac{3}{4}$. There are also some other scribbles and numbers like 11.7 and 11.1.

Fonte: Protocolo de Pesquisa.

Outros erros, além dos relatados no Quadro 5, foram apresentados por apenas um dos respondentes (não necessariamente o mesmo). No conteúdo “i) Operações com frações”: falta de atenção aos sinais de operação; soma dos denominadores na adição de frações (Figura 10) e uso da regra de multiplicação nas operações de adição de frações, por exemplo.

Figura 10 – Trecho da questão 1: resposta do aluno C (soma dos denominadores na adição de frações).

1. Efetue as operações abaixo. Coloque as respostas na forma mais simplificada possível ou na forma de fração mista quando possível.

$\frac{3}{4} + \frac{3}{4} + \frac{6}{8} =$ Não sei ✓

$\frac{2}{11} + \frac{1}{3} = \frac{6}{33} + \frac{11}{33} = \frac{17}{66}$ ✗

Handwritten calculations on the right side show the student's attempt to find the LCM (M.M.C.) of 4, 4, and 8, resulting in 8. They then show the conversion of the fractions: $\frac{3}{4} = \frac{6}{8}$, $\frac{3}{4} = \frac{6}{8}$, and $\frac{6}{8} = \frac{6}{8}$. The sum is $\frac{6+6+6}{8} = \frac{18}{8}$, which is then incorrectly simplified to $\frac{17}{66}$.

Fonte: Protocolo de Pesquisa.

Na questão 2, buscou-se avaliar se o aluno sabia representar os valores dados em Notação Científica. A Figura 11 mostra a questão 2 da AD e a resposta do aluno B, mostrando o erro (i).

Figura 11 – Questão 2: resposta do aluno B (representou a mantissa elevada a um expoente).

2. Represente os valores a seguir na forma de <u>notação científica</u> .	
512.000.000.000	R.: $5,12^{11}$ ✗
0,000000000234	R.: $2,34^{10}$ ✗
81.380.000	R.: $8,138$ ✗
0,000157	R.: $1,57^4$ ✗

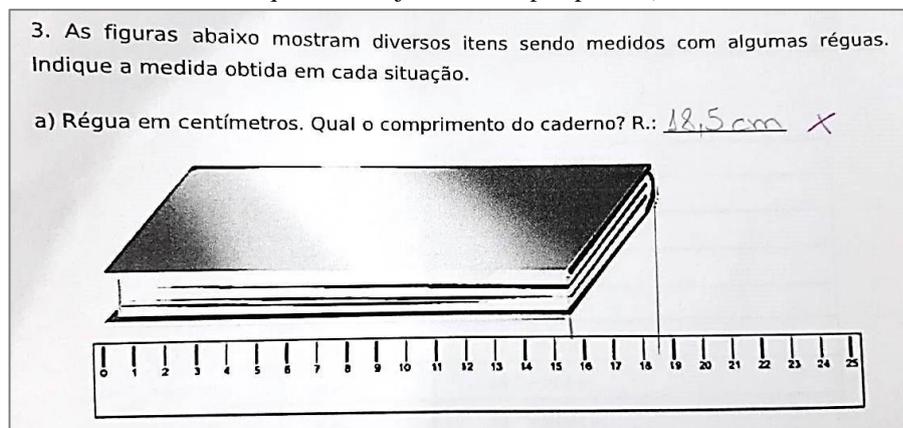
Fonte: Protocolo de Pesquisa.

Alguns erros nesse conteúdo, além dos apresentados no Quadro 5, foram: não representar a vírgula na mantissa; não representar o expoente da potência de base dez (nesse conteúdo, três alunos não responderam a nenhum item).

A questão 3 buscou avaliar o conteúdo “iii) Medição com escalas no sistema métrico” e verificar se o aluno sabia realizar medições no sistema métrico decimal e se conseguiria medir objetos representados em perspectiva, bem como se seria capaz de realizar a leitura quando a referência não fosse o zero da escala.

Além dos erros relatados no Quadro 5, também foram apresentados, por apenas um dos respondentes, os seguintes erros: não colocar a unidade de medida e não saber o valor a medir quando o objeto está representado em perspectiva (Figura 12). Observa-se no desenho que o aluno fez traços verticais para tentar identificar o tamanho do objeto representado. Dois alunos não responderam a esta questão.

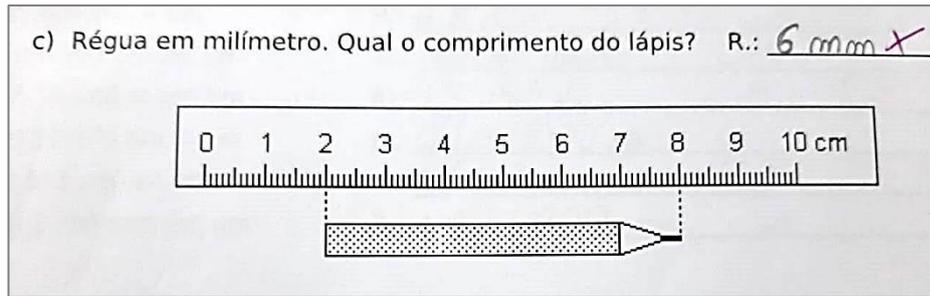
Figura 12 – Trecho da questão 3: resposta do aluno D (não saber o valor a medir quando o objeto está em perspectiva).



Fonte: Protocolo de Pesquisa.

Ainda quanto ao conteúdo “iii) Medição com escalas no sistema métrico”, a Figura 13 mostra o erro (m), relatado no Quadro 5.

Figura 13 – Trecho da questão 3: resposta do aluno D (unidade em mm e valor em cm).



Fonte: Protocolo de Pesquisa.

Já no que se refere ao conteúdo “iv) Conversões de unidade no sistema métrico”, a questão 4 foi elaborada para avaliar se o aluno saberia realizar as conversões, que poderiam ser feitas com os múltiplos do metro representados em potências de base dez, caso o aluno preferisse, utilizando uma tabela de referência fornecida na questão. Além dos erros descritos no Quadro 5, um aluno escreveu que não sabia como resolver a questão (Figura 14).

Figura 14 – Questão 4: resposta do aluno E.

4. Considerando as relações entre o metro e seus múltiplos e submúltiplos, mostradas a seguir, realize as seguintes conversões:

Megametro	Mm	$10^6 = 1\,000\,000\text{ m}$
Quilômetro	km	$10^3 = 1\,000\text{ m}$
Hectômetro	hm	$10^2 = 100\text{ m}$
Decâmetro	dam	$10^1 = 10\text{ m}$
Metro	m	$1 = 1\text{ m}$
Decímetro	dm	$10^{-1} = 0,1\text{ m}$
Centímetro	cm	$10^{-2} = 0,01\text{ m}$
Milímetro	mm	$10^{-3} = 0,001\text{ m}$
Micrometro	μm	$10^{-6} = 0,000\,001\text{ m}$

4
Direita

a) 4 km em cm R.: 400000 X

b) 0,07 mm em m R.: 0,7 X

c) 138 cm em m R.: 1,038 X

d) 6,8 m em dm R.: _____ X

e) 0,343 cm em μm R.: _____ X

d) 13.240 m em km R.: NÃO SEI X

e) 22.370 hm em m R.: _____ X

f) 542 cm em mm R.: _____ X

g) 1.790 mm em μm R.: _____ X

Fonte: Protocolo de Pesquisa.

Na questão 5 sobre “v) Arredondamento de números”, o intuito foi avaliar se o aluno sabia utilizar a regra de arredondamento do IBGE para arredondamentos para a 1ª, 2ª e 3ª casas decimais. Um aluno não respondeu a essa questão. A Figura 15 mostra a resposta do aluno A para a questão 5, indicando que não soube aplicar as regras de arredondamento adequadamente, bem como identificar a casa decimal correspondente.

Figura 15 – Questão 5: resposta do aluno A.

5. Efetue o arredondamento dos seguintes números da tabela, segundo as regras do IBGE, de acordo com a casa decimal que se pede:

Número	3ª casa decimal	2ª casa decimal	1ª casa decimal
34,5676	345,676 ✗	34,5676 ✗	3,45676 ✗
28,470	284,70 ✗	28,470 ✓	2,8470 ✓
1,1563	115,63 ✗	11,563 ✓	1,1563 ✓
3,839	383,9 ✗	38,39 ✓	3,839 ✗
2,5055	250,55 ✗	25,055 ✗	2,5055 ✗
0,7077	070,77 ✗	07,077 ✗	0,7077 ✗
6,75550	675,550 ✗	67,5550 ✗	6,75550 ✗

Fonte: Protocolo de Pesquisa.

A questão 6 teve o objetivo de avaliar o conteúdo “vi) Identificação dos algarismos significativos em um valor” e verificar se o aluno sabia reconhecer a quantidade de algarismos significativos em um valor ou medida. Nove alunos não responderam. A Figura 16 mostra a resposta do aluno B e os erros (x), (y) e (z), relatados no Quadro 5.

Figura 16 – Questão 6: resposta do aluno B mostrando os erros (x), (y) e (z).

6. Indique a quantidade de algarismos significativos em cada valor dado na tabela a seguir.

Número ou medida	Quantidade de algarismos significativos	Número ou medida	Quantidade de algarismos significativos
0,025	2 ✓	1,74	3 ✓
4,37	3 ✓	$3,46 \times 10^{-2}$	3 ✓
3,0	1 ✗	$16,8 \times 10^3$	5 ✗
1,003	4 ✓	$0,108 \times 10^2$	2 ✗

Fonte: Protocolo de Pesquisa.

Pode-se supor que alguns dos erros cometidos tenham ocorrido apenas por falta de atenção ao responder a atividade, por cansaço pós trabalho ou desvio de atenção devido a problemas familiares ou pessoais (não representação de unidades - conforme a Figura 14; troca de sinais nas operações com frações - questão 1).

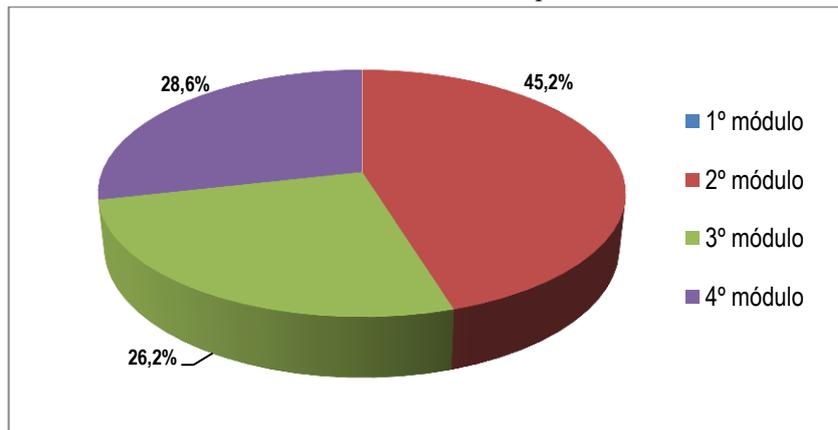
Porém, também é possível perceber que certos erros têm relação com outros conteúdos matemáticos (não saber calcular o MMC; ter o conceito de frações equivalentes mal formado - o que dificulta a realização do cálculo para representação da medida final na leitura de paquímetros; não conseguir identificar a escala métrica e a margem de erro permitida para uma medida naquela escala), que podem não ter sido estudados pelo aluno, ou dos quais ele não se recordou ao resolver as questões propostas.

4.2 – QUESTIONÁRIO DE PERFIL

A aplicação do questionário ocorreu no primeiro semestre letivo do ano de 2020 para as turmas de módulos 2 a 4 do Curso Técnico em Mecânica Concomitante ao Ensino Médio da já mencionada Instituição e teve o total de 43 respondentes. Ao tabular os dados, entretanto, um questionário teve que ser descartado, pois o aluno não respondeu às perguntas que estavam no verso da folha. Dessa forma, apenas 42 questionários foram considerados válidos para a análise dos resultados.

Em virtude da suspensão das atividades acadêmicas presenciais devido a uma pandemia, não houve tempo hábil de aplicar o questionário para os alunos do módulo 1. Por isso, na pergunta de número “4. Em que módulo do curso você está em 2020.1?”, os dados mostram a distribuição dos alunos apenas para os módulos/períodos 2 a 4 do curso supracitado. Os resultados estão no Gráfico 1.

Gráfico 1 – Percentual de alunos do Curso por Módulo em 2020.1.



Fonte: elaboração própria.

Ao longo de nove anos como docente do curso, foi possível notar que há um número significativo de alunos que chegam ao final do módulo 1 com mais de uma dependência, o que faz com que fiquem retidos no módulo e, conseqüentemente, gera turmas de módulo 2 com reduzido número de alunos, pois há, também, aqueles que abandonam o curso por não se adaptarem ou por perceberem que não era exatamente o que imaginavam.

Outro aspecto observado durante a experiência docente no curso, é de que não existe horário específico para dependências, sendo então, realizadas nos horários das aulas regulares. Logo, em geral, apresentam horário incompatível com as demais disciplinas que o aluno necessita cursar. Verifica-se, com isso, a necessidade de reduzir o quantitativo de horas-aula, para permitir ao aluno a realização das disciplinas em caráter de dependência em seu turno de aulas, sem que haja conflitos de horários, considerando que ele não tem disponibilidade nos demais turnos em função do horário de trabalho e que não há oferta dessas disciplinas em outros cursos do *campus*.

Com o aumento de complexidade nas disciplinas, a redução supracitada no quantitativo de alunos se repete ao longo dos demais módulos. Nota-se que as turmas concluintes (módulo 4) terminam com cerca de um terço do número inicial de matriculados. Quando apresentam índice maior, deve-se ao fato de alunos que estavam cursando apenas dependências se unirem aos da turma padrão e conseguirem se formar junto a eles. Por isso, nota-se que o percentual de alunos decresce em função do avanço no curso.

Deve-se pontuar aqui que, em função do plano para o ensino remoto emergencial, os alunos não puderam cursar todas as disciplinas do módulo 1 simultaneamente. Assim, a disciplina de “Metrologia Dimensional”, que já havia sido iniciada presencialmente, foi interrompida na expectativa que o ensino presencial retornasse, porém, os alunos só puderam cursá-la no módulo 2 do curso em caráter de dependência.

Considerando o já exposto por Muniz, Mattos e Souza (2016) sobre o perfil dos alunos da EJA e a importância de se considerar suas experiências pessoal, profissional e educacional no processo de ensino e aprendizagem, o questionário foi construído com a intenção de verificar se os alunos apresentavam características de alunos da EJA.

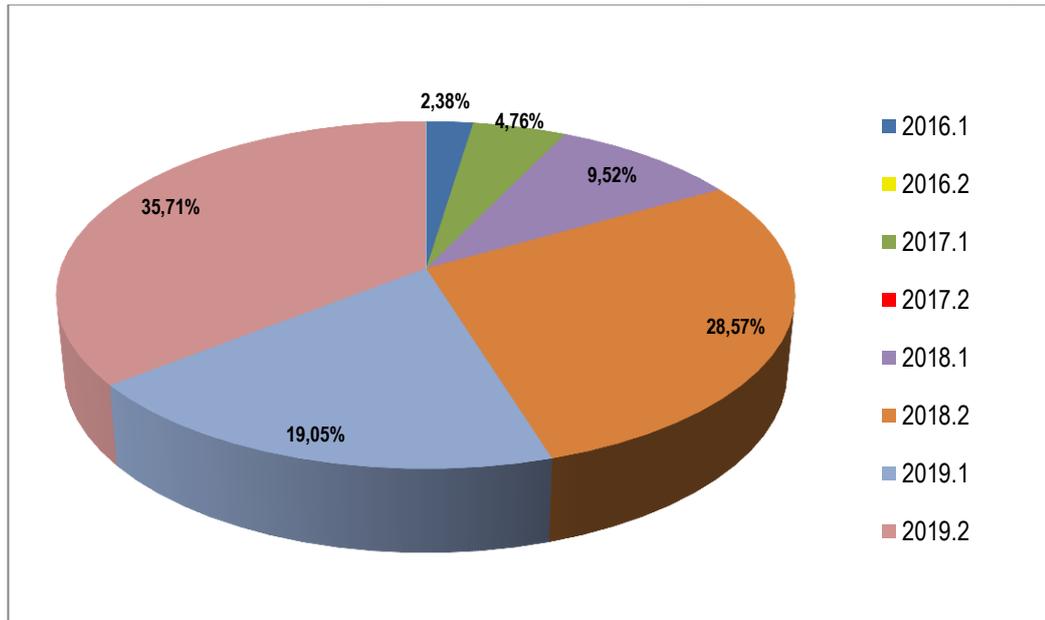
Com a pergunta número “1. Em que ano e semestre letivo você iniciou o Curso Técnico em Mecânica Concomitante no IF Fluminense (IFF) *campus* Itaperuna?” foi possível verificar que nenhum respondente declarou ter ingressado no semestre letivo de 2017.2, o que pode significar que os ingressantes desse semestre letivo já tivessem concluído o curso ou que se evadiram.

Subentende-se que, em 2020.1, momento em que esse levantamento foi realizado, os alunos que ingressaram antes de 2018.1 (o que corresponde a 16,66% dos respondentes) já deveriam ter concluído o curso. Nota-se, portanto, que esse percentual de alunos estava fazendo o curso há mais de 2 anos, o que foge ao período padrão para integralização (de 2 anos) proposto no CNCT (BRASIL, 2020). Nesse caso, os fatores que podem estar associados a essa formação em período superior a 2 anos, são: reprovação ou trancamento em algum módulo; reprovação em alguma(s) disciplina(s) e opção por cursar apenas essa(s) disciplina(s) antes de avançar para o módulo seguinte.

Entretanto, a questão número 3 “Depois de iniciar o curso você trancou em algum módulo (período)? Não. Sim. (Em que período fez o trancamento?)” comprova que o fator “trancamento” não foi significativo, nesse caso, para o grupo analisado, visto que dos 42 respondentes, apenas 2 declararam ter trancado o curso no 2º período. Assim, os fatores para essa permanência no curso há mais de 2 anos estão relacionados apenas à reprovação.

O Gráfico 2 mostra a distribuição dos alunos de acordo com o ano e semestre letivo de ingresso na Instituição.

Gráfico 2 – Percentual de alunos por ano e semestre letivo em que iniciou o curso na Instituição.



Fonte: elaboração própria.

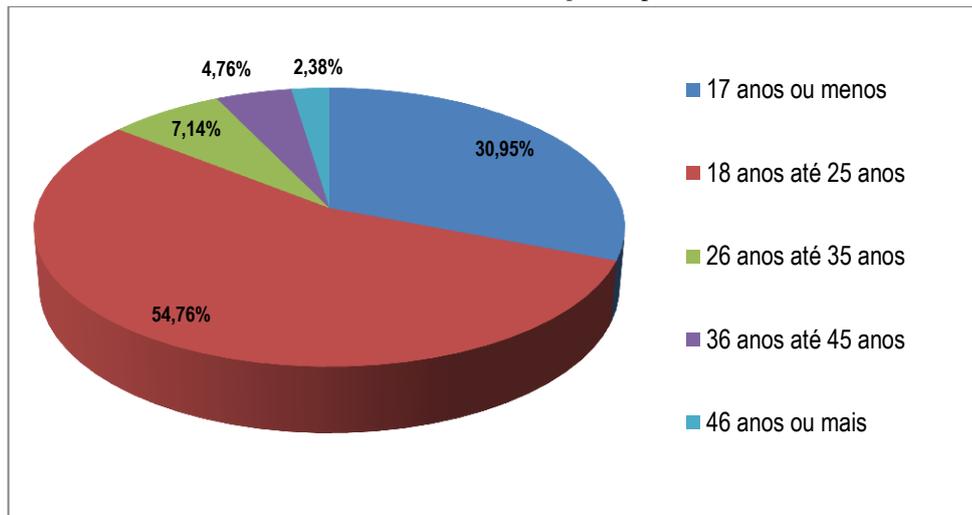
Após análise dos resultados das demais questões, dos 42 questionários válidos, verificou-se que os aspectos mais relevantes para este estudo são: i) faixa etária; ii) trabalhar e estudar ao mesmo tempo; iii) carga horária semanal de trabalho; iv) residir em municípios

distintos do local de estudo; v) ter concluído o ensino regular há mais de 5 anos; vi) formação acadêmica.

A pesquisa realizada por Muniz, Mattos e Souza (2016) indica, como já relatado, que os alunos da EJA têm, geralmente, idade igual ou superior a vinte anos.

O item “i) faixa etária” foi avaliado na questão número 2: “Qual era sua idade quando iniciou o Curso Técnico em Mecânica Concomitante no IFF Itaperuna?”, com a intenção de verificar se o público era predominantemente adulto (18 anos ou mais), como se supunha, ou jovem (com idade de 15 até 17 anos). O Gráfico 3 mostra os resultados.

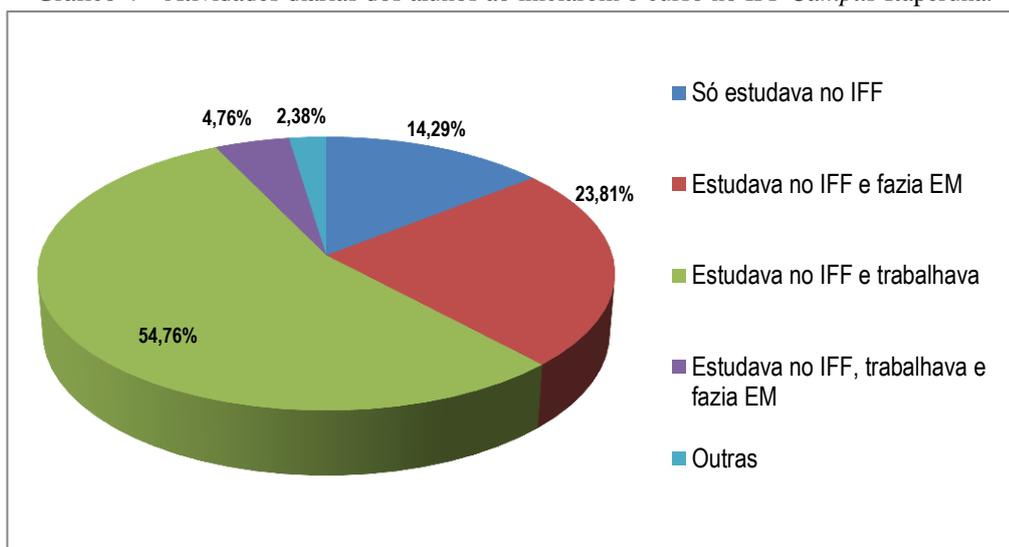
Gráfico 3 – Faixa etária dos alunos do Curso Técnico em Mecânica Concomitante ao Ensino Médio ao iniciarem o curso no IFF *Campus* Itaperuna.



Fonte: elaboração própria.

Os dados revelaram que apenas 30,95% dos alunos tinham menos de 17 anos quando iniciaram o curso na Instituição, o que corrobora com a suspeita de que o perfil do público-alvo não é de um curso concomitante, mas de um curso com perfil de EJA, pois, considerando o exposto por Segundo Muniz, Mattos e Souza (2016), além da faixa etária, os alunos também apresentaram outras características que os classificariam como alunos de um curso dessa modalidade, como poderá ser constatado pelos resultados apresentados a seguir.

Na pergunta número 10: “Quais eram suas atividades diárias quando você iniciou o curso?” avaliou-se o item “ii) trabalhar e estudar ao mesmo tempo” e buscou-se averiguar a hipótese de que a maioria dos alunos acumulava a carga horária dos estudos no curso com uma carga horária de trabalho e, às vezes, até de outro curso. Observe o Gráfico 4, que traz os resultados.

Gráfico 4 – Atividades diárias dos alunos ao iniciarem o curso no IFF *Campus* Itaperuna.

Fonte: elaboração própria.

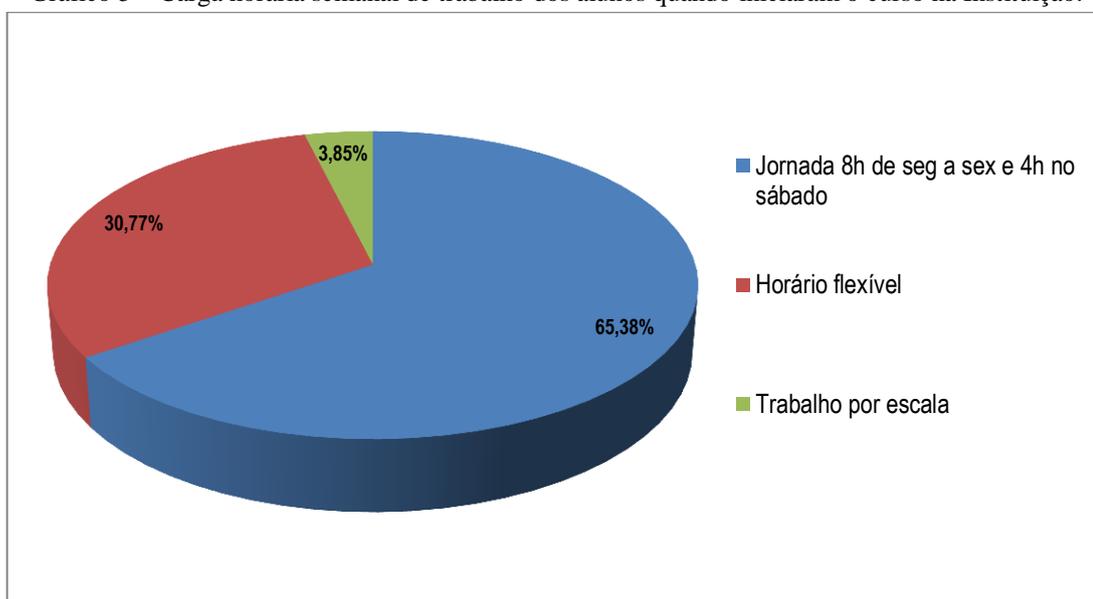
Para obter o percentual de alunos que declararam trabalhar e estudar de forma concomitante, temos que somar os percentuais (54,76% + 4,76%), o que perfaz um total de 59,52% de alunos que, além do Curso Técnico, tinham uma carga horária de trabalho, isso quando ainda não tinham que fazer o EM em outra Instituição (caso de 4,76% dos respondentes). Pode-se supor que esse acúmulo de atividades cause um desgaste, mental e físico, que, associado ao aspecto do cansaço, traga possíveis explicações para algumas das dificuldades apresentadas na resolução da AD.

Ainda no quesito “trabalhar”, com vistas a analisar o item “ iii) carga horária semanal de trabalho”, a questão 11 “Se você trabalhava quando começou o curso, indique qual era sua carga horária.” teve como objetivo identificar se a carga horária de trabalho permitiria ao aluno um bom desenvolvimento de suas atividades acadêmicas, já que muitos deles não residiam em Itaperuna e ainda deveriam considerar o tempo de deslocamento entre os locais de residência, estudo e trabalho.

Destaca-se que 65,38% apresentavam carga horária padrão (44 horas semanais) e, não raras vezes, residiam em outros municípios e ainda tinham que sair do serviço e ir estudar. Alguns não conseguiam chegar no *campus* antes das 19h, devido ao tempo de deslocamento entre o município de trabalho ou de residência e a Instituição. Outros, só conseguiam chegar em casa depois da meia-noite, já que dependiam dos ônibus escolares e tinham o tempo de trajeto, que era longo devido ao fato do ônibus atender a outras Instituições da cidade, o que também pode estar associado à uma redução da capacidade de absorção das informações durante as aulas.

Por algumas vezes presenciei alunos dormindo durante a aula em função do desgaste causado pelo acúmulo de tantas atividades. O Gráfico 5 mostra os resultados no que se refere às atividades desenvolvidas pelos alunos quando iniciaram o curso no IFF *Campus* Itaperuna.

Gráfico 5 – Carga horária semanal de trabalho dos alunos quando iniciaram o curso na Instituição.



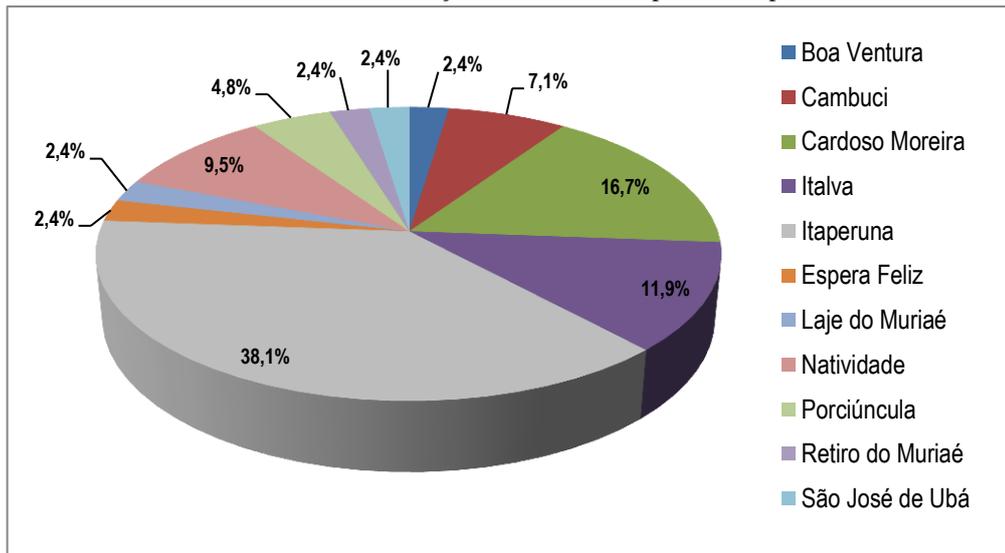
Fonte: elaboração própria.

Como indicado por Muniz, Mattos e Souza (2016) a distância entre a escola e o local de residência dificulta a permanência nos estudos, uma vez que o acesso a algum meio de transporte é restrito.

A avaliação do item “iv) residir em municípios distintos do local de estudo” se deu com base nos resultados da questão número 12 “Em que município você residia quando iniciou o curso?”, que corrobora com a hipótese levantada de que o cansaço, apresentado por grande parte dos alunos, poderia estar vinculado não somente ao acúmulo de atividades diárias, mas também ao tempo gasto com deslocamento até a Instituição, em função da distância entre o município de residência e o *campus*, uma vez que os resultados apontam que apenas 38,1% dos alunos residiam no município de Itaperuna quando iniciaram o curso.

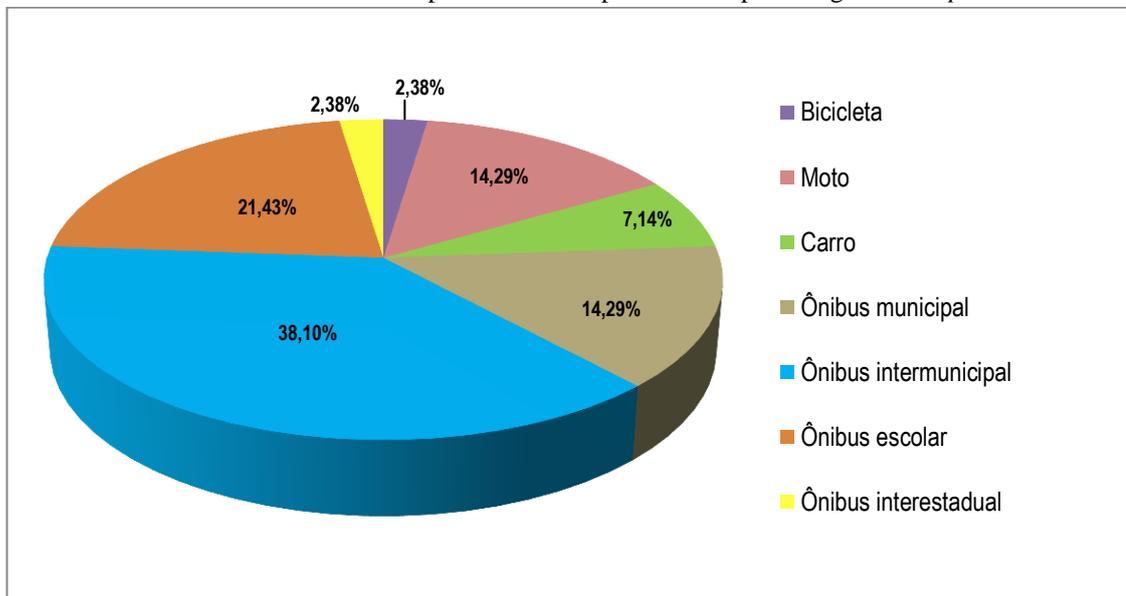
Os resultados corroboram com o indicado por Muniz, Mattos e Souza (2016), pois mostram que um percentual relevante de alunos (61,9%) residiam fora do município em que estudavam. Os resultados são mostrados no Gráfico 6.

Gráfico 6 – Distribuição das residências por município.



Fonte: elaboração própria.

Já na questão número 13, “Que meio de transporte você utilizava para se deslocar até o IFF quando iniciou o curso?”, é possível notar que mais de 20% dos alunos dependiam de ônibus escolar para chegar ao *campus*. E, como dos que residiam em municípios vizinhos a maior parte dos alunos estava no trajeto com sentido Rio x Minas e a Instituição está como última parada nesta rota, os alunos, não raras vezes, chegavam atrasados, pois tinham que parar em diversas outras Instituições antes de chegar ao destino. Observe o Gráfico 7, que traz os resultados a respeito dos meios de transporte utilizados pelos alunos para chegar ao local de estudo.

Gráfico 7 – Meios de transporte utilizados pelos alunos para chegar ao *campus*.

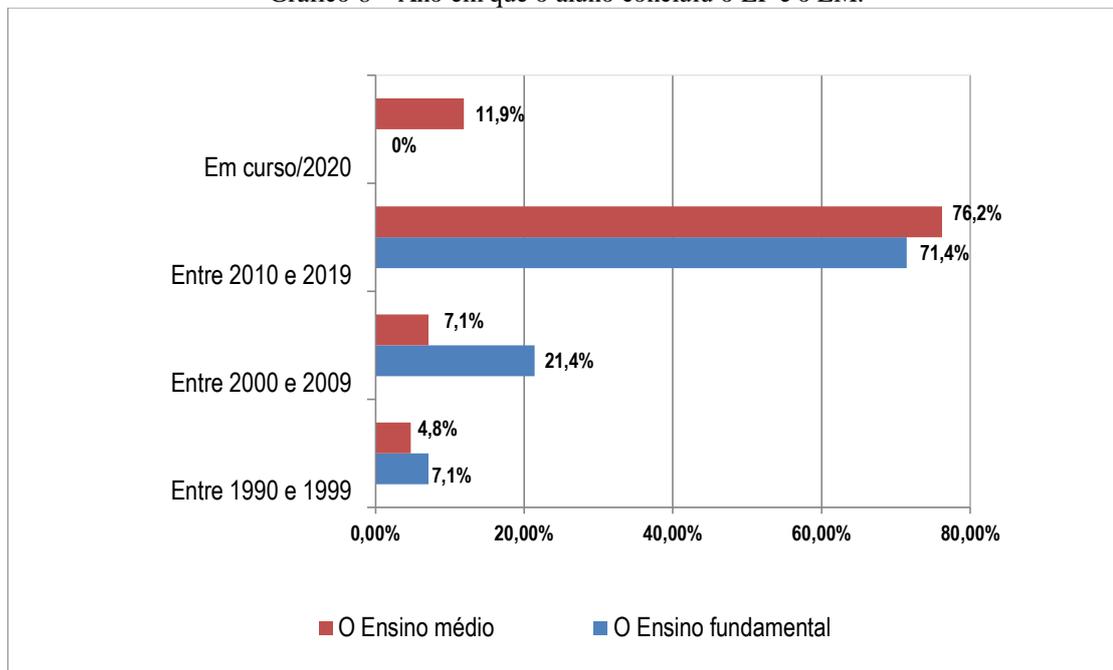
Fonte: elaboração própria.

Há que se atentar, também, para o significativo percentual de alunos que dependiam de ônibus intermunicipais ou municipais (regulares) e que também estavam sujeitos a atrasos, fato que consolida a hipótese trazida por Muniz, Mattos e Souza (2016) a respeito da dificuldade dos alunos de acesso a transporte para se deslocar até o local de estudos.

Eram frequentes os casos de alunos que não conseguiam estar em sala antes das 18h30, apesar do horário do turno ter início às 18h00, pois quando não faziam parte dos alunos que se atrasavam devido aos horários dos meios de transporte, pertenciam ao grupo dos que, eventualmente, apresentavam problemas com os horários de saída do trabalho. Dessa maneira, sempre busquei iniciar a aula por volta das 18h15, para tentar reduzir os prejuízos causados pelo fato de não conseguirem assistir a aula desde o início, em função destes contratempos.

O item “v) ter concluído o ensino regular há mais de 5 anos”, foi avaliado pela questão 5 “Em que ano você concluiu: a) O Ensino Fundamental - EF (antiga 8ª série e atual 9º ano)? b) o Ensino Médio - EM?”. O Gráfico 8 traz os resultados.

Gráfico 8 – Ano em que o aluno concluiu o EF e o EM.



Fonte: elaboração própria.

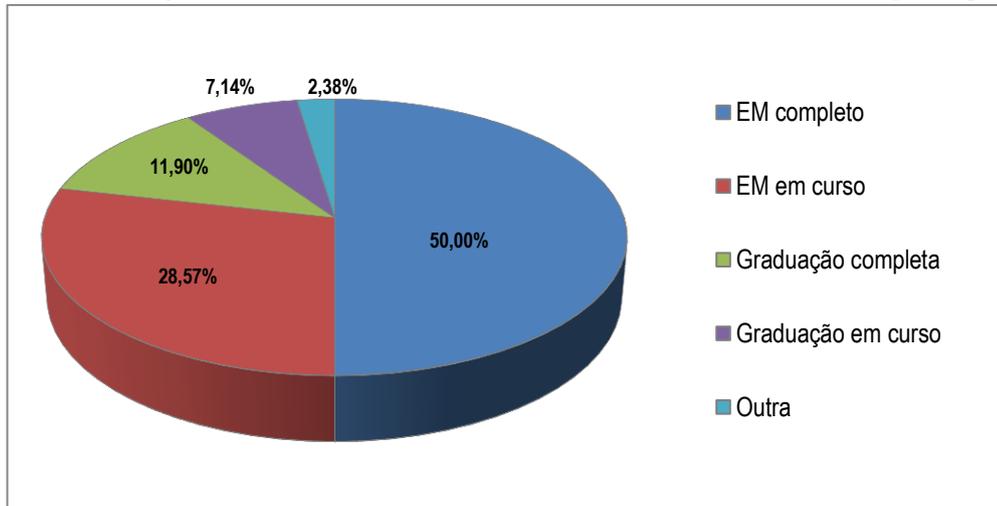
Nota-se que, em 2020, época da aplicação do questionário, 11,90% dos 42 respondentes, isto é, 5 alunos, ainda estavam cursando o EM. Observou-se, por meio dos questionários, que esses alunos tinham menos de 17 anos, e que os demais dessa faixa etária já haviam concluído esta etapa, ou seja, 8 alunos. Os dados indicaram, também, que 35,71% dos respondentes declararam ter concluído o EM há mais de 5 anos, isto é, em 2014 ou

período anterior, fato que pode estar associado ao baixo rendimento na Atividade Diagnóstica, considerando-se as conjecturas já propostas.

Observou-se, ainda, que o alto percentual de alunos que concluiu o EM entre os anos de 2015 e 2019 (52,38% que corresponde a um total de 22 alunos) engloba os 8 alunos, com idade de 17 anos ou menos, mais 14 alunos, que iniciaram o curso com idade de 18 anos ou mais, o que reafirma a hipótese de que o perfil da turma se aproxima de um curso na modalidade de EJA.

A questão número 6 “Qual era sua formação acadêmica quando iniciou o curso técnico em mecânica?” teve como objetivo identificar se os alunos já possuíam alguma formação acadêmica complementar ou posterior ao Ensino Médio. O Gráfico 9 mostra os resultados.

Gráfico 9 – Formação acadêmica de maior nível ao iniciar o curso técnico no IFF *Campus* Itaperuna.



Fonte: elaboração própria.

Observa-se que metade dos respondentes declararam ter completado apenas o EM quando iniciaram o curso e que 11,90% já haviam feito um curso de Graduação. Considerando o conhecimento de particularidades do cotidiano de alguns alunos, é possível supor que os alunos que já possuíam formação superior estivessem fazendo o curso técnico como formação complementar com o objetivo de prestar concursos públicos que exigem a formação técnica ou que a dificuldade de preencher cargos na área original de Graduação os tenha levado a buscar por uma formação mais rápida em um segmento em crescimento na Macrorregião econômica em que vivem.

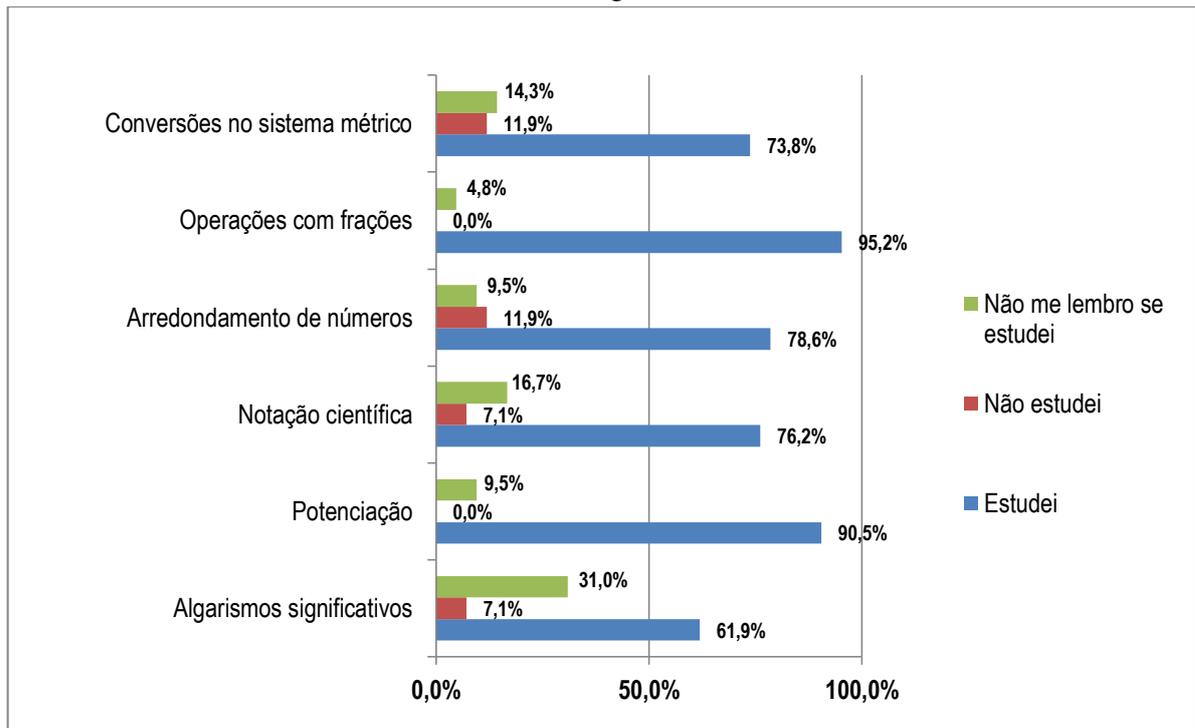
A respeito disso, Muniz, Mattos e Souza (2016) apontam que a motivação, isto é, a “predisposição para aprender”, proposta por Ausubel, para essas pessoas retomarem os estudos na fase jovem/adulta está associada, na maior parte dos casos, ao desejo de se

qualificar para ter mais chances de acesso às vagas disponíveis no mercado de trabalho ou ao ingresso em um curso de nível superior.

Por fim, as questões números 7, 15 e 16 objetivavam verificar, respectivamente: se os conteúdos matemáticos da educação básica considerados essenciais ao estudo de “Metrologia Dimensional” foram estudados pelos alunos na etapa da Educação Básica (EF e EM); quais conteúdo(s) foi(foram) considerado(s) mais difícil(eis) pelos alunos durante as aulas de “Metrologia Dimensional”; e se tiveram dificuldades na representação de medidas em números decimais e/ou fracionários. Os Gráficos 10, 11 e 12 mostram os respectivos resultados.

A pergunta número 7 “Nos itens abaixo estão alguns conteúdos importantes para a disciplina de metrologia. Indique quais você se lembra de ter ou não estudado no EF ou EM”, trazia seis alternativas, com conteúdos considerados essenciais ao estudo de “Metrologia Dimensional”, para que o aluno indicasse se já havia estudado ou não cada um desses assuntos ou, até mesmo, se não se lembrava do conteúdo ter sido abordado em alguma etapa da Educação Básica.

Gráfico 10 – Conteúdos matemáticos da Educação Básica, considerados essenciais ao estudo de “Metrologia Dimensional”.



Fonte: elaboração própria.

O Gráfico traz um percentual de 95,2% de alunos que alegaram ter estudado o conteúdo de “operações com frações” na etapa da Educação Básica. Entretanto, a experiência

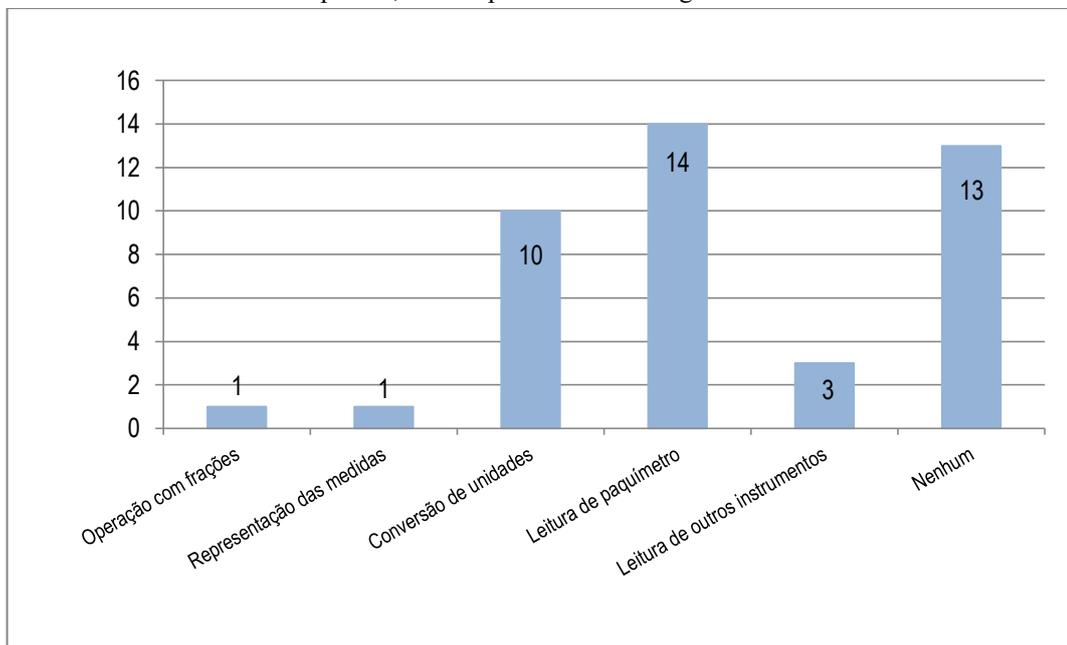
em sala de aula, como docente da disciplina há quase 10 anos, indica que esse é um conteúdo em que os alunos apresentam bastante dificuldade, principalmente no que se refere a soma de frações com denominadores distintos.

Observa-se também um alto percentual de respondentes que declararam ter estudado o conteúdo “algarismos significativos”, apesar desse conteúdo não fazer parte dos objetos de conhecimento descritos na BNCC para o EF, sendo mencionado, apenas, nas competências para a última etapa do EM.

Acredita-se, porém, que algumas possíveis causas para um baixo rendimento nas respostas da AD, bem como para as dificuldades apresentadas em sala de aula, sejam: i) a pergunta se refere apenas a terem ou não estudado o conteúdo, o que não garante que se lembrassem do conteúdo em si; ii) o fato do conteúdo ter sido ensinado não é condição suficiente para garantir que os alunos tenham aprendido efetivamente, bem como há a possibilidade de que conceitos essenciais não tenham sido formados adequadamente; iii) o tempo de conclusão de EM há mais de 5 anos e, conseqüentemente, do EF há mais de 8 anos, pode ter feito com que o conteúdo fosse esquecido.

A questão número 15 “Na sua opinião, que conteúdo foi mais difícil durante as aulas de Metrologia?” foi aberta. Alguns alunos indicaram mais de um conteúdo em suas respostas, portanto, os valores, nesse caso, estão indicados em números absolutos, não em porcentagem.

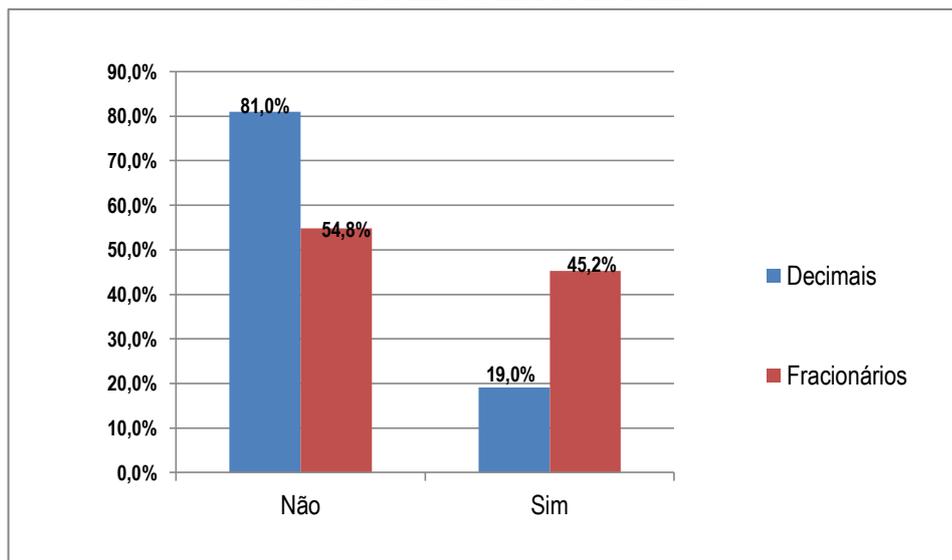
Gráfico 11 – Conteúdos de maior dificuldade de aprendizado, segundo os alunos do Curso Técnico em Mecânica do IFF Itaperuna, na disciplina de “Metrologia Dimensional”.



Fonte: elaboração própria.

O último quesito avaliado foi com relação a dificuldade de representação de valores em números decimais e fracionários. As respostas da questão 16 “Você teve dificuldade com a parte de representação das medidas em números: a) decimais b) fracionários?” mostraram que, apesar da maior parte ter declarado que não apresentava problemas com esses números, há um percentual relevante de 45,2% que disseram ter dificuldades com a representação de valores em forma de frações, como se pode comprovar com a aplicação da AD, aliada à observação feita ao longo do tempo de atuação como docente da disciplina.

Gráfico 12 – Percentual de alunos que declarou ter ou não dificuldade com a representação de valores na forma decimal ou fracionária.



Fonte: elaboração própria.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como já explicitado, o interesse por esse tema e a elaboração deste trabalho tiveram origem na percepção de que os alunos que ingressam no Curso Técnico em Mecânica Concomitante ao Ensino Médio do IFF *Campus* Itaperuna apresentam grandes lacunas de conhecimentos matemáticos que, a princípio, deveriam ter sido aprendidos durante a etapa da Educação Básica.

Com base neste fato, estabeleceu-se a questão norteadora deste estudo: Quais aspectos teóricos e metodológicos devem ser considerados na elaboração de um material que contribua para a revisão de conteúdos matemáticos, da Educação Básica, essenciais ao estudo de “Metrologia Dimensional” para alunos do Curso Técnico em Mecânica Concomitante ao Ensino Médio do IFF *Campus* Itaperuna/RJ?

Visando buscar respostas a esse questionamento, traçou-se o objetivo geral: Determinar os aspectos teóricos e metodológicos que devem ser considerados na elaboração de um material que contribua para a revisão de conteúdos matemáticos, da Educação Básica, essenciais ao estudo de “Metrologia Dimensional” no Curso Técnico em Mecânica Concomitante ao Ensino Médio do IFF *Campus* Itaperuna/RJ. A fim de alcançá-lo, foram delineados os objetivos específicos explicitados no capítulo 1.

Cada etapa do trabalho foi pensada de forma a atender a cada um dos seis objetivos específicos e, conseqüentemente, ao objetivo geral, para responder à problemática apresentada. Assim, a etapa de Revisão de Literatura foi estruturada de maneira a apresentar os conceitos pertinentes ao estudo e atender aos objetivos específicos “i.”, “ii.”, “iv.” e “v.”. A aplicação da AD também foi útil para responder ao objetivo “ii.” e o Questionário de Perfil trouxe fundamentos para atender ao objetivo “iii.”. Por fim, o objetivo “iv.” foi alcançado com a elaboração da apostila e da lista de Atividades Contextualizadas.

A etapa de Revisão de Literatura, bem como a aplicação da AD e do Questionário de Perfil comprovaram a suspeita de que seria necessário desenvolver um material adequado para a abordagem dos conteúdos de matemática básica antes do início da disciplina de “Metrologia Dimensional”, de forma a oportunizar aos alunos, que não estudaram tais conteúdos ou que já não se recordavam mais destes, uma base para a compreensão dos conteúdos da área técnica.

Os Trabalhos Relacionados indicaram que essa dificuldade apresentada pelos alunos é intrínseca ao público de cursos técnicos da área de Mecânica e áreas afins, e que isso afeta diretamente seu desempenho no aprendizado dos conteúdos técnicos.

A AD permitiu a identificação dos erros mais comuns e dos pontos de maior vulnerabilidade em cada um dos conteúdos avaliados e possibilitou a identificação dos critérios que deveriam ser considerados na elaboração do material, que foi estruturado por meio de uma apostila e de uma lista de exercícios.

A observação enquanto docente da disciplina e a aplicação da AD, bem como as informações obtidas por meio do aporte teórico, indicaram que os alunos apresentavam necessidades específicas de compreensão desses conceitos, de maneira a atribuir um significado a cada conteúdo em seu cotidiano particular ou profissional.

De acordo com a revisão bibliográfica realizada e tendo em vista o cenário revelado pela Atividade Diagnóstica e pelo Questionário de Perfil, chegou-se à conclusão de que a contextualização e a interdisciplinaridade seriam os aspectos teórico-metodológicos adequados a serem utilizados como base para o desenvolvimento da Apostila e das Atividades Contextualizadas, respondendo assim à questão de pesquisa.

Os dados do Questionário de Perfil indicaram que o público do Curso Técnico em Mecânica Concomitante ao Ensino Médio do IFF *Campus* Itaperuna apresenta características de alunos da EJA. Esse fato foi considerado ao se redigir o material com uma linguagem adequada e que despertasse o interesse do aluno, propiciando a contextualização dos conteúdos por meio da interdisciplinaridade entre as áreas técnica e propedêutica, com vistas a possibilitar a Aprendizagem Significativa de cada conceito.

Entre as características relevantes identificadas no Questionário de Perfil, estão: faixa etária superior a 18 anos e o fato de serem alunos que, em sua maioria, também trabalhavam e que não residiam no município de Itaperuna. Por isso, enfrentavam inúmeras dificuldades em função da falta de acessibilidade adequada ao transporte, fato que desencadeava diversos outros problemas, que foram elencados ao longo deste trabalho.

Perceber que o público de interesse apresenta características tão peculiares também despertou outras inquietações que, na medida do possível, serão levadas aos responsáveis em busca de estratégias e/ou soluções que possam contribuir para a oferta de um ensino mais humanizado. Entre essas inquietações, evidencia-se a urgente necessidade de adequação do horário de aulas para o turno da noite em função da dificuldade de acesso a transporte e do tempo necessário para o deslocamento até a Instituição após o fim do expediente de trabalho.

A elaboração deste trabalho me permitiu, ainda, reavaliar estratégias pedagógicas e buscar alternativas para a abordagem dos conteúdos da disciplina de “Metrologia Dimensional”. Nesse ponto, uma estratégia que poderá agregar valor ao processo de ensino é a utilização de simuladores virtuais para o treinamento de leitura nos diversos tipos de instrumentos de medição (paquímetros, micrômetros, relógios comparadores, etc.). Um *site* que auxilia muito e traz excelentes simuladores, que podem ser usados *on-line* ou em versões para *download*, é o <https://www.stefanelli.eng.br/>, que foi usado para a obtenção da imagem da questão 3 das Atividades Contextualizadas.

Sugere-se o desenvolvimento de um trabalho para o aprimoramento dos simuladores desenvolvidos pelo professor Eduardo Stefanelli, visto que alguns apresentam recursos limitados e algumas versões disponibilizadas na versão *on-line* apresentam erros na escala e valores apresentados.

Embora esta pesquisa tenha como foco uma disciplina específica de determinado curso técnico, os aspectos teórico-metodológicos aqui levantados podem ser utilizados na elaboração de um material que sirva de base em componentes curriculares de outros cursos técnicos com a mesma necessidade (revisão de conteúdos de matemática da Educação Básica). Sugere-se, então, que seja realizado um trabalho semelhante a este, tendo em vista as peculiaridades de seu público-alvo.

Além disso, para futuras pesquisas, torna-se interessante pensar na criação de outras questões, inéditas, voltadas ao contexto do componente curricular e/ou ao cotidiano do aluno, levando em consideração os aspectos teórico-metodológicos levantados neste trabalho.

Espera-se, por fim, que este trabalho e o material elaborado auxiliem os professores da área técnica no processo de retomada dos organizadores prévios essenciais ao desenvolvimento da disciplina de “Metrologia Dimensional” ou disciplina equivalente, facilitando a abordagem dos conteúdos de forma relevante e significativa para a formação do futuro profissional Técnico em Mecânica ou áreas afins.

REFERÊNCIAS

- ALMACINHA, José. **Introdução à Metrologia Dimensional**. 75 f., 10. ed., 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/320288427_Introducao_a_Metrologia_Dimensional. Acesso em: 29 mar. 2021.
- ANDRÉ, M. O que é um estudo de caso qualitativo em Educação? **Educação e Contemporaneidade**, Salvador, v. 22, n. 40, p. 95-103, jul./dez. 2013. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/1075655/mod_resource/content/1/GL4%20O%20que%20%C3%A9%20um%20estudo%20de%20caso.pdf. Acesso em: 02 abr. 2021.
- BOLZAN, Wagner José. **A matemática nos cursos profissionalizantes de mecânica**. 2003. viii, 222 f. Dissertação (Pós-Graduação em Educação Matemática) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 2003. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/91011>. Acesso em: 29 mar. 2021.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica**. Secretaria de Educação Básica. Brasília: MEC, SEB, 2013. p. 242-254. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=13448-diretrizes-curriculares-nacionais-2013-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 29 mar. 2021.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 02 mar. 2021.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Catálogo Nacional de Cursos Técnicos**. Brasília, 2020. Disponível em: <http://cnct.mec.gov.br/cnct-api/catalogopdf>. Acesso em: 15 mar. 2021.
- INMETRO, **Sistema Internacional de Unidades (SI)** [Recurso eletrônico] / Tradução do Grupo de Trabalho luso-brasileiro do Inmetro e IPQ. — Brasília, DF 2021. 842 kB; pdf. Disponível em: https://metrologia.org.br/wpsite/wp-content/uploads/2021/07/Traducao_luso_brasileira_2021_SI.pdf. Acesso em: 29 jul. 2021.
- INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS GERAIS (IFMG). **Projeto Pedagógico do Curso Técnico em Mecânica**. Belo Horizonte, MG. 2016. Disponível em: <https://www2.ifmg.edu.br/portal/extensao/pronatec/cursos/cursos-tecnicos/projeto-pedagogico-de-curso-tecnico-em-mecanica>. Acesso em: 25 jul. 2021.
- INSTITUTO FEDERAL DO ESPIRITO SANTO - CAMPUS SÃO MATEUS. **Projeto Pedagógico do Curso Técnico em Mecânica Concomitante ao Ensino Médio**. São Mateus, ES. 2017. Disponível em: http://www.saomateus.ifes.edu.br/arquivo/documento/cursos/mecanica/ppc_concomitante_mecanica_2018.pdf. Acesso em: 25 jul. 2021.
- KATO, Danilo Seithi; KAWASAKI, Clarice Sumi. As concepções de contextualização do ensino em documentos curriculares oficiais e de professores de ciências. **Ciênc. educ.**, Bauru, v. 17, n. 1, p. 35-50, 2011. doi: 10.1590/S1516-73132011000100003.

MOREIRA, M. A. O que é afinal aprendizagem significativa? Aula Inaugural do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais, Instituto de Física, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, MT, 23 de abril de 2010. **Currículum**, La Laguna, Espanha, 2012. Disponível em: <http://moreira.if.ufrgs.br/oqueefinal.pdf>. Acesso em: 05 mar. 2021.

MUNIZ, J.; MATTOS, M. de C. do C. M.; SOUZA, A. A. C. de. PROEJA no extremo oeste catarinense: perfil e percepção dos alunos em relação aos cursos. **Revista EJA em debate**, Santa Catarina, ano 5, n. 7, 2016. Disponível em: <https://periodicos.ifsc.edu.br/index.php/EJA/article/view/2026>. Acesso em: 02 abr. 2021.

PÁGIO, J. C. **O olhar da educação profissional na perspectiva da Eudacação Matemática**: uma colaboração na construção do material didático da EJA. 2015. 150 p. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) - Instituto Federal do Espírito Santo, Vitória, 2015. Disponível em: <https://repositorio.ifes.edu.br/handle/123456789/222>. Acesso em: 29 mar. 2021.

PINHEIRO, F. M. D. L. **Contextualização do saber**: Formação Inicial dos Professores de 1º e 2º Ciclo do Ensino Básico. 2012. 159 p. Dissertação (Mestrado em Ciências da Educação) - Universidade de Lisboa, Lisboa, 2012. Disponível em: https://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/7683/3/ulfpie042971_tm.pdf. Acesso em: 02 abr. 2021.

PONTE, João Pedro M. da. Estudos de Caso em Educação Matemática. **Bolema**, Rio Claro, v. 19, n. 25, p. 105-132, 2006. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/bolema/issue/view/704>. Acesso em: 25 mar. 2021.

ROCHA, Gelson Martins da. Metrologia Científica e Industrial: ciência e tecnologia apoiando a inovação e competitividade na indústria. **Analytica**, São Paulo, n. 85, p. 33-36, nov. 2016. Bimestral. Ano 14. Disponível em: <https://www.yumpu.com/xx/document/read/60216815/analytica-85>. Acesso em: 15 mar. 2021.

ROCHA, Marcia Oliveira. **Interdisciplinaridade e Aprendizagem Significativa no Contexto da Educação Profissional e Tecnológica do Estado do Paraná**. 2017. 143 f. Dissertação (Mestrado em Educação), Currículo, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2017. Disponível em: <https://tede2.pucsp.br/bitstream/handle/20744/2/Marcia%20Oliveira%20Rocha.pdf>. Acesso em: 03 mar. 2021.

SANTOS, F. P.; NUNES, C. M. F.; VIANA, Marger da C. V. Currículo, interdisciplinaridade e contextualização na disciplina de matemática. **Educ. Matem. Pesq.**, São Paulo, v.19, n.3, p. 157-181, 2017. Disponível em: <https://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/10402>. Acesso em: 07 abr. 2021.

SERPA, Almir de Lima. **O saber a ser ensinado sobre medição de comprimentos com o uso do paquímetro em um curso profissionalizante**. 2016. 88 p. Dissertação (Pós-Graduação em Educação Matemática e Tecnologia) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/18684>. Acesso em: 02 abr. 2021.

SOUZA, Rosali Fernandez. Áreas do Conhecimento. Datagramazero: **Revista de Ciência da Informação**, v. 5, n. 2, abr. 2004. Artigo nº 2. Bimestral. Disponível em: <https://ridi.ibict.br/bitstream/123456789/109/1/RosaliDatagramazero2004.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2021.

TORMES, J.R.; MONTEIRO, L.; MOURA, L.C.S.G.A. Estudo de Caso: Uma Metodologia Para Pesquisas Educacionais. **Ensaio Pedagógico**, Sorocaba, vol.2, n.1, jan./abr. 2018, p.18-25. Disponível em: <http://www.ensaiospedagogicos.ufscar.br/index.php/ENP/article/download/57/100>. Acesso em: 12 abr. 2021.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Atividade Diagnóstica



INSTITUTO FEDERAL
Fluminense
Campus Itaperuna

MINISTÉRIO DA
EDUCAÇÃO



PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL

Curso técnico em Mecânica

Disciplina: Metrologia Dimensional

Profª. Me.: Deborah Horta

Aluno: _____

Data: ___/___/2020

ATIVIDADE DIAGNÓSTICA – MATEMÁTICA

1. Efetue as operações abaixo. Coloque as respostas na forma mais simplificada possível ou na forma de fração mista quando possível.

$$\frac{3}{4} + \frac{3}{4} + \frac{6}{8} =$$

$$\frac{2}{11} + \frac{1}{3} =$$

$$\frac{5}{2} + \frac{10}{4} - \frac{1}{8} =$$

$$\frac{5}{4} + \frac{7}{8} - \frac{3}{8} =$$

$$\frac{4}{6} - \frac{2}{3} =$$

$$\frac{1}{2} \times \frac{3}{4} \times \frac{5}{8} =$$

$$\frac{2}{3} \times \frac{1}{7} \times \frac{4}{5} =$$

$$\frac{6}{5} \div \frac{15}{4} =$$

$$\frac{9}{11} \div \frac{6}{2} =$$

2. Represente os valores a seguir na forma de notação científica.

512.000.000.000

R.: _____

0,000000000234

R.: _____

81.380.000

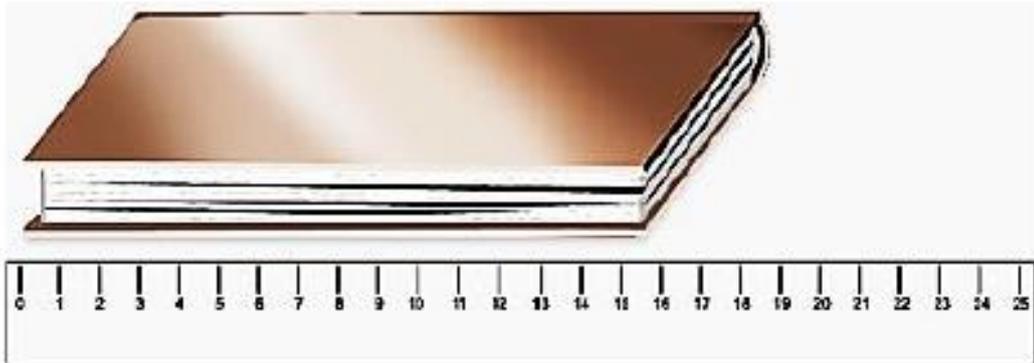
R.: _____

0,000157

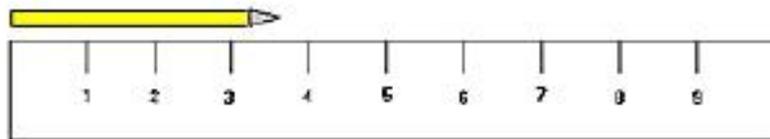
R.: _____

3. As figuras abaixo mostram diversos itens sendo medidos com algumas régua. Indique a medida obtida em cada situação.

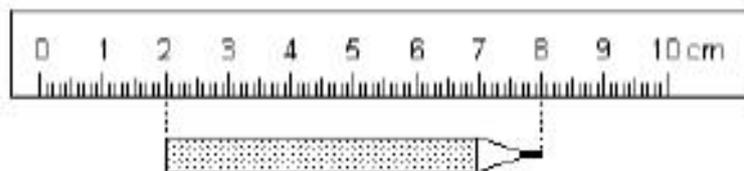
a) Régua em centímetros. Qual o comprimento do caderno? R.: _____



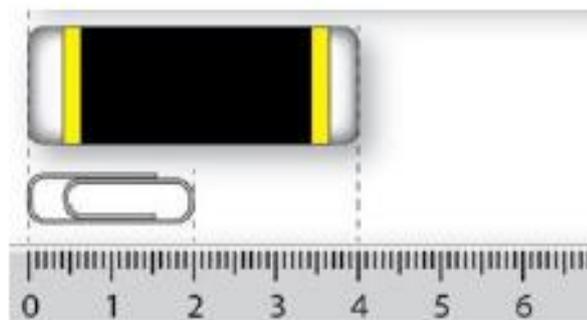
b) Régua em centímetro. Qual o comprimento do lápis? R.: _____



c) Régua em milímetro. Qual o comprimento do lápis? R.: _____



d) Régua em milímetro.
 Qual o comprimento do clip? R.: _____
 Qual o comprimento da borracha? R.: _____



4. Considerando as relações entre o metro e seus múltiplos e submúltiplos, mostradas a seguir, realize as seguintes conversões:

Megametro	Mm	$10^6 = 1\,000\,000\text{ m}$
Quilômetro	km	$10^3 = 1\,000\text{ m}$
Hectômetro	hm	$10^2 = 100\text{ m}$
Decâmetro	dam	$10^1 = 10\text{ m}$
Metro	m	$1 = 1\text{ m}$
Decímetro	dm	$10^{-1} = 0,1\text{ m}$
Centímetro	cm	$10^{-2} = 0,01\text{ m}$
Milímetro	mm	$10^{-3} = 0,001\text{ m}$
Micrometro	μm	$10^{-6} = 0,000\,001\text{ m}$

- a) 4 km em cm R.: _____
- b) 0,07 mm em m R.: _____
- c) 138 cm em m R.: _____
- d) 6,8 m em dm R.: _____
- e) 0,343 cm em μm R.: _____
- d) 13.240 m em km R.: _____
- e) 22.370 hm em m R.: _____
- f) 542 cm em mm R.: _____
- g) 1.790 mm em μm R.: _____

5. Efetue o arredondamento dos seguintes números da tabela, segundo as regras do IBGE, de acordo com a casa decimal que se pede:

Número	3ª casa decimal	2ª casa decimal	1ª casa decimal
34,5676			
28,470			
1,1563			
3,839			
2,5055			
0,7077			
6,75550			

6. Indique a quantidade de algarismos significativos em cada valor dado na tabela a seguir.

Número ou medida	Quantidade de algarismos significativos	Número ou medida	Quantidade de algarismos significativos
0,025		1,74	
4,37		$3,46 \times 10^{-2}$	
3,0		$16,8 \times 10^3$	
1,003		$0,108 \times 10^2$	

APÊNDICE B – Questionário de Perfil

PERFIL DOS ALUNOS DO CURSO TÉCNICO EM MECÂNICA CONCOMITANTE DO IFF CAMPUS ITAPERUNA

Este questionário é parte de um TCC do curso de Licenciatura em Matemática e seus resultados serão utilizados com fins científicos, ficando resguardada a identidade do respondente.

1) Em que ano e semestre letivo você iniciou o Curso Técnico em Mecânica Concomitante no IF Fluminense (IFF) campus Itaperuna?

Ano: _____ Semestre: 1º 2º

2) Qual era sua idade quando iniciou o Curso Técnico em Mecânica Concomitante no IFF Itaperuna?

17 anos ou menos 18 anos até 25 anos 26 anos até 35 anos 36 anos até 45 anos 46 anos ou mais

3) Depois de iniciar o curso você trancou em algum módulo (período)? NÃO SIM Em que período fez o trancamento? _____

4) Em que módulo do curso você está em 2020.1? 1º módulo 2º módulo 3º módulo 4º módulo

5) Em que ano você concluiu:

a) O Ensino Fundamental - EF (antiga 8ª série e atual 9º ano)? _____

b) O Ensino Médio - EM? _____

6) Qual era sua formação acadêmica quando iniciou o curso técnico em mecânica?

Ensino Médio Completo Graduação completa Outra: _____
 Ensino Médio em curso Graduação em curso

7) Nos itens abaixo estão alguns conteúdos importantes para a disciplina de metrologia. Indique quais você se lembra de ter ou não estudado no EF ou EM.

1. ALGARISMOS SIGNIFICATIVOS

Estudei
 Não estudei
 Não me lembro se estudei

2. POTÊNCIAS

Estudei
 Não estudei
 Não me lembro se estudei

3. NOTAÇÃO CIENTÍFICA

Estudei
 Não estudei
 Não me lembro se estudei

4. ARREDONDAMENTO DE NÚMEROS

Estudei
 Não estudei
 Não me lembro se estudei

5. OPERAÇÕES COM FRAÇÕES

Estudei
 Não estudei
 Não me lembro se estudei

6. CONVERSÕES NO SISTEMA MÉTRICO

Estudei
 Não estudei
 Não me lembro se estudei

8) Quando você começou o curso, qual era a constituição da sua família?

- a) só você
 b) você e esposa
 c) você, esposa e filhos (Indique a quantidade e idade de cada um deles: _____)
 d) você e seus pais ou responsáveis
 e) outra formação familiar (Descreva: _____)

9) Quando iniciou o curso você era responsável pelo sustento da sua família ou tinha que contribuir de alguma forma? NAO SIM

10) Quais eram suas atividades diárias quando você iniciou o curso?

- a) só estudava no IFF
 b) estudava no IFF e fazia EM em outra instituição durante o dia
 c) estudava no IFF e trabalhava
 d) estudava no IFF, trabalhava e fazia EM em outra instituição durante o dia

11) Se você trabalhava quando começou o curso, indique qual era sua carga horária.

- a) jornada de 8h de seg a sex e 4h no sábado
 b) horário flexível (descreva a carga horária: _____)
 c) trabalho por escala (Indique a escala: _____)

12) Em que município você residia quando iniciou o curso? _____

13) Que meio de transporte você utilizava para se deslocar até o IFF quando iniciou o curso? _____

14) A respeito da disciplina de Metrologia, você repetiu a disciplina? NAO SIM Quantas vezes repetiu a disciplina? _____

15) Na sua opinião que conteúdo foi mais difícil durante as aulas de Metrologia? _____

16) Você teve dificuldade com a parte de representação das medidas em números:

a) decimais NAO SIM b) fracionários NAO SIM

APÊNDICE C – Apostila “Conceitos Matemáticos Preliminares”

Disciplina: Metrologia Dimensional

Prof.^a Me.: Deborah Alves Horta

Aluno: _____

Data: ___/___/___

CONCEITOS MATEMÁTICOS PRELIMINARES

Antes de iniciarmos nossa disciplina nesse curso técnico, precisamos recordar alguns conceitos matemáticos importantes. Mas, se você não viu esses conteúdos antes, não se preocupe, terá a chance de aprender agora! Vamos começar com o conceito de números racionais e as diferentes formas de se representar um valor. Depois, vamos ver os conceitos de Algarismos significativos; potências; notação científica; regras de arredondamento e operações com frações. Esses conteúdos serão indispensáveis para nossa disciplina técnica.

Em seguida, vamos falar sobre o que é "medir", entender o que é uma "unidade de medida" e conhecer os principais sistemas de medição adotados internacionalmente. Vamos nos concentrar nas unidades de medidas lineares (usadas para medir comprimento, largura, altura, espessura, profundidade, etc), que são o foco da nossa disciplina.

SEÇÃO 1 - NÚMEROS RACIONAIS

Um número racional pode ser compreendido como o resultado obtido em um processo qualquer de medição. Ele possui duas representações possíveis: i) decimal e ii) fracionária.

Assim, ao fazer a medição do comprimento de uma tábua de madeira para fabricar um tampo de mesa, por exemplo, você pode escolher qual a melhor forma de representar o valor do comprimento obtido.

Se a medida obtida para o comprimento for igual a 0,75 unidades de comprimento – u.c. (lê-se setenta e cinco centésimos da unidade de comprimento), dizemos que seu valor está representado na forma decimal. Esse mesmo valor

poderia ser representado em forma de fração decimal como $\frac{75}{100}$ u.c. (lê-se setenta e cinco centésimos da u.c.) ou, ainda, em forma de uma fração simples (irredutível) igual a $\frac{3}{4}$ u.c. (lê-se três quartos da u.c.).

Observe que, apesar das três diferentes formas de representação ($0,75$; $\frac{75}{100}$ e $\frac{3}{4}$), o tamanho/dimensão do objeto, nesse caso da tábua, continua sendo o mesmo. Nós apenas representamos o valor, obtido na medição, de maneiras diferentes. Essa possibilidade de representação de valores de maneiras distintas pode ser muito útil na realização de cálculos em vários contextos.

1.1 - REPRESENTAÇÃO NA FORMA DECIMAL

Você já deve ter ouvido falar que nosso sistema de numeração é posicional e tem base decimal. O que significa isso? Que cada algarismo em um número tem um valor relativo à posição que ele ocupa, e que um grupo de dez unidades de determinada ordem equivale a uma unidade da ordem imediatamente superior.

Por exemplo, o número 123 pode ser decomposto como $100 + 20 + 3$, ou seja, o algarismo "1" representa uma centena, o algarismo "2" representa duas dezenas, e o algarismo "3", três unidades. Além disso, uma centena equivale a dez dezenas, e uma dezena, a dez unidades.

Um número representado na forma decimal é composto de duas partes: a que está à esquerda da vírgula - 'parte inteira', igual à quantidade de unidades inteiras que o número possui, e a que se encontra à direita da vírgula - 'parte decimal', caracterizada por ser menor do que uma unidade. Por exemplo, o número 123,45 equivale a $123 + 0,45$. O 123 é a parte inteira, ou seja, o número tem cento e vinte e três unidades, e o 0,45 é a parte decimal, igual a quarenta e cinco centésimos. 123,45 pode ser lido como cento e vinte e três inteiros e quarenta e cinco centésimos.

Quando examinamos a parte não inteira de um número (chamada "parte decimal"), também encontramos ordens, só que agora elas são menores do que uma unidade, e são denominadas décimos, centésimos, milésimos, décimos de milésimos, centésimos de milésimos, milionésimos, etc. Estas ordens são comumente chamadas de "casas decimais".

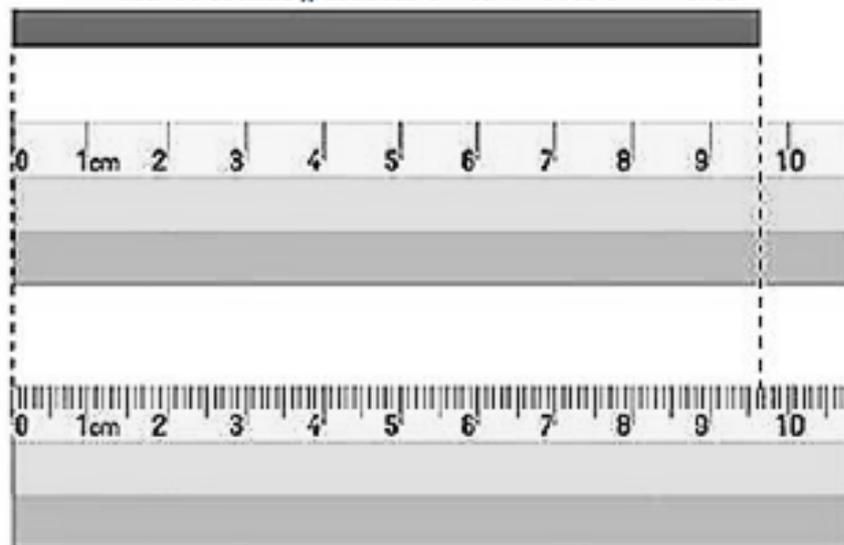
No exemplo, $123,45 = 100 + 20 + 3 + 0,4 + 0,05$, o algarismo "4" representa quatro décimos da unidade e o algarismo "5", cinco centésimos da unidade. De maneira análoga às ordens da parte inteira, um décimo equivale a dez centésimos, um centésimo a dez milésimos, e assim por diante. Dizemos também que 123,45 possui duas casas decimais, referentes às ordens dos décimos e dos centésimos.

a) ALGARISMOS SIGNIFICATIVOS

Os algarismos significativos são os que têm importância na delimitação da precisão de um número. Eles indicam a margem de erro em uma medição e garantem quais algarismos podem ser utilizados em seus cálculos com a certeza de que seu valor está correto. Vamos entender como identificar os algarismos significativos em uma medição.

Exemplo: Vamos supor que queremos medir o comprimento de uma barra de ferro, e que para realizar esta medida, temos duas réguas. A primeira régua está graduada em centímetros e a outra régua possui graduação em milímetros, como é possível ver na Figura 1.

Figura 1: Representação esquemática da medição de comprimento de uma barra de ferro usando escalas graduadas em centímetros e milímetros.



Fonte: <https://www.preparaenem.com/fisica/conhecendo-os-algarismos-significativos.htm>

Usando a régua graduada em centímetros, podemos notar que o comprimento da barra de ferro é um valor que está entre 9 e 10 cm, estando mais próximo de

10 cm. Vemos que o algarismo que representa a primeira casa decimal não pode ser determinado com precisão, podendo ser, apenas, estimado.

Assim, é possível dizer que essa barra tem aproximadamente 9,6 cm. Nessa medida temos certeza do algarismo 9 (algarismo correto). Porém, o algarismo 6 é duvidoso, já que foi obtido por estimativa. Dessa forma, podemos dizer que nessa medida (9,6 cm) temos dois algarismos significativos.

O algarismo duvidoso, também denominado algarismo incerto (pois não se tem certeza de seu valor) é o último dos algarismos significativos de uma medida.

Agora, se fizermos a medida dessa mesma barra usando a régua graduada em milímetros, podemos determinar a medida da barra com maior precisão. Observando novamente a figura, é possível dizer que a medida da barra é um valor entre 9,6 cm e 9,7 cm. Neste caso, podemos aproximar o comprimento da barra para 9,65 cm. Nessa nova medição, os algarismos 9 e 6 são corretos (pois temos certeza de cada um deles) e o algarismo 5 é duvidoso, pois foi obtido por aproximação. Podemos dizer, então, que essa medida (9,65 cm) apresenta três algarismos significativos.

Portanto, os algarismos significativos de uma medida são todos os algarismos corretos e o primeiro algarismo duvidoso, o que nos ajuda a identificar a precisão do instrumento.

De uma maneira mais formal, podemos dizer que **“Algarismos significativos expressam um valor de aproximação de uma medida, cujo erro máximo, por falta ou por excesso, é igual à meia unidade de sua menor ordem decimal.”**. Então, se a menor unidade do instrumento de medida é de 1,0 mm, o erro admitido será da ordem de 0,5 mm para mais ou para menos.

Agora vamos supor que a medida dessa barra de ferro seja representada em metros. Nesse caso teríamos uma barra medindo 0,0965 m. Quantos são os algarismos significativos nessa medida?

A medida continuará apresentando três algarismos significativos, pois os zeros à esquerda do primeiro algarismo correto, nesse caso o 9, não são significativos. Assim, podemos dizer que “zeros à esquerda de um número, indicando ordens vazias, não são significativos”. Por outro lado, “zeros à direita, ou entre outros algarismos, são significativos”.

Além disso, a quantidade de algarismos significativos não está associada ao número de casas decimais. Veja alguns exemplos a seguir.

Número ou medida	Quantidade de algarismos significativos	Número ou medida	Quantidade de algarismos significativos
0,025	Dois	1,74	Três
4,37	Três	$3,46 \times 10^{-2}$	Três
3,0	Dois	$16,0 \times 10^3$	Três
1,003	Quatro	$0,108 \times 10^2$	Três

Imagine que ao efetuar a medição dessa barra de ferro, você usou uma régua de plástico, um metro articulado de madeira e uma trena de aço e que, por serem feitos de materiais diferentes, a trena tenha sofrido alterações na sua dimensão devido ao excesso de calor no ambiente em que ela fica armazenada e que o metro tenha traços mais grossos na sua graduação. Esses fatores acabaram gerando valores um pouco diferentes na sua medição e você anotou os seguintes resultados: medida com a régua 7,36 cm; medida com o metro 7,35 cm e medida com a trena 7,33 cm.

Para apresentar o resultado da medida em um relatório para seu chefe, você decidiu calcular a média dos valores e obteve como resultado final a medida de 7,3466666. Realizou, então, uma aproximação para três casas decimais, portanto, sua medida seria 7,347 cm.

O problema, nesse caso, está no fato de que, ao usar três casas decimais, você dará uma falsa indicação a respeito da exatidão do instrumento, pois esse resultado só poderia ser obtido se você utilizasse um instrumento como o micrômetro, por exemplo.

O contrário também poderia gerar problemas, isto é, se você representasse o valor final com apenas uma casa decimal (7,3 cm), você estaria indicando que a exatidão do seu instrumento é inferior à utilizada no processo de medição. Portanto, todos os resultados devem ser escritos obedecendo à resolução do instrumento utilizado, assim, a forma correta de representar o resultado seria realizar uma aproximação do valor obtido (7,3466666) para 7,35 cm, ou seja, com 2 casas decimais.

Devemos observar, também, que valores iguais em módulo, mas representados de formas diferentes, não têm o mesmo número de algarismos significativos. Observe os exemplos a seguir.

Número ou medida	Quantidade de algarismos significativos	Número ou medida	Quantidade de algarismos significativos
$43,2 \times 10^3$	Três	$1,9 \times 10^2$	Dois
43200	Cinco	190	Três

b) POTÊNCIAS E NOTAÇÃO CIENTÍFICA

Primeiro vamos recordar a definição de potenciação com expoente inteiro positivo: potenciação com expoente inteiro positivo é uma operação matemática que consiste em realizar o produto de um número por ele mesmo determinado número de vezes.

Quando efetuamos $2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2$ estamos multiplicando o número 2 por ele mesmo cinco vezes, e podemos representar esse produto, de forma simplificada, utilizando uma POTÊNCIA. Neste caso, escrever $2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2$ equivale a escrever 2^5 .

De forma genérica, podemos representar uma potência como b^n . Isso significa que iremos efetuar a multiplicação de um número qualquer (representado pela letra b) por ele mesmo n vezes: $b \times b \times b \times \dots \times b$.

O número b é chamado base da potência, enquanto n recebe o nome de expoente. Aqui, n é um número inteiro e positivo. Quando o expoente é inteiro negativo, define-se $b^{-n} = \frac{1}{b^n}$. Por exemplo, $2^{-4} = \frac{1}{2^4}$.

No exemplo $2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 = 2^5$ temos uma potência de base igual a 2 com o expoente igual a 5.

Vamos lembrar, agora, algumas PROPRIEDADES DA POTENCIAÇÃO.

Propriedade 1

Produto de potências de mesma base: conserva-se a base e somam-se os expoentes.

$$\text{Exemplos: } a^n \times a^m = a^{n+m}$$

$$5^2 \times 5^3 = 5^5$$

$$4^3 \times 4^{-4} = 4^{-1}$$

Propriedade 2

Divisão de potências de mesma base: conserva-se a base e subtraem-se os expoentes.

Exemplos: $a^n \div a^m = a^{n-m}$

$$9^2 \div 9^3 = 9^{-1}$$

$$7^6 \div 7^4 = 7^{10}$$

Propriedade 3

Potência de potência: devemos multiplicar os expoentes.

Exemplos: $(a^n)^m = a^{n \times m}$

$$(7^4)^2 = 7^{4 \times 2} = 7^8$$

$$(12^{-3})^2 = 12^{(-3) \times 2} = 12^{-6}$$

Propriedade 4

Potência de um produto: o expoente do produto pode ser "distribuído" para os fatores.

Exemplos: $(a \times b)^n = a^n \times b^n$

$$(4 \times 5)^2 = 4^2 \times 5^2$$

$$(12 \times 9)^3 = 12^3 \times 9^3$$

Propriedade 5

Multiplicação de potências com o mesmo expoente: conserva-se o expoente e multiplicam-se as bases.

Exemplos: $a^n \times b^n = (a \times b)^n$

$$4^2 \times 6^2 = (4 \times 6)^2$$

$$7^3 \times 4^3 = (7 \times 4)^3$$

A representação de um número utilizando potências de base 10 facilita a resolução de alguns cálculos, por isso é amplamente utilizada nas indicações de medidas em áreas como Física, Matemática e Química, por exemplo.

Assim, nos valores obtidos em campos de estudo da engenharia, da medicina, da astronomia, além de várias outras ciências, é muito comum nos depararmos com números como os apresentados a seguir:

A massa da Terra é de $5,9736 \times 10^{24}$ kg.

A massa de um elétron em repouso é de aproximadamente $9,1094 \times 10^{-31}$ kg.

A constante de Avogadro (número de átomos em um mol de uma substância) é aproximadamente $6,02 \times 10^{23}$ mol⁻¹.

Vamos rever, agora, algumas operações básicas com valores que envolvem potências de base 10.

Adição ou subtração: A adição ou subtração só pode ser realizada quando as potências possuem o mesmo expoente. Nesse caso, deve-se manter a potência indicada e efetuar a adição (ou subtração) dos valores reais, como nos exemplos a seguir.

$$75 \times 10^3 - 45 \times 10^3 = (75 - 45) \times 10^3 = 30 \times 10^3$$

$$2,3 \times 10^{-2} + 1,4 \times 10^{-2} = (2,3 + 1,4) \times 10^{-2} = 3,7 \times 10^{-2}$$

Observação: Caso os valores apresentados não possuam o mesmo expoente nas potências de 10, é necessário alterar as representações para que as potências tenham o mesmo expoente e só depois a operação poderá ser realizada. Observe os exemplos a seguir.

$$2 \times 10^7 - 5 \times 10^5 = 2 \times 10^7 - 0,05 \times 10^7 = 1,95 \times 10^7$$

$$9 \times 10^5 + 3 \times 10^7 = 9 \times 10^5 + 300 \times 10^5 = 309 \times 10^5 = 3,09 \times 10^7$$

Multiplicação e divisão: No primeiro caso, efetua-se a multiplicação entre os números que antecedem a potência, bem como a multiplicação das potências (conserva-se a base e adicionam-se os expoentes). No caso da divisão, efetua-se a divisão entre os números que antecedem a potência, bem como a divisão das potências (conserva-se a base e subtraem-se os expoentes, obedecendo a ordem em que aparecem na operação: expoente do numerador da fração menos o expoente do denominador). Veja os exemplos a seguir.

$$(20 \times 10^{-2}) \times (40 \times 10^{-4}) = 800 \times 10^{-6}$$

$$(5 \times 10^{-3}) \times (3 \times 10^5) = 15 \times 10^3$$

$$(6,2 \times 10^{15}) \div (3,1 \times 10^{-11}) = 2,0 \times 10^{26}$$

$$(4,8 \times 10^4) \div (1,2 \times 10^8) = 4,0 \times 10^{-4}$$

Em exemplos como estes, alguns valores estão representados em **NOTAÇÃO CIENTÍFICA**. Mas, o que é notação científica?

Podemos dizer que Notação Científica é uma forma convencional usada para representar números reais, muito pequenos ou muito grandes, por meio do produto de um número real por uma potência de base dez. Mas não um número real qualquer!

Números em notação científica são aqueles indicados na forma de um produto de um número real “a” (chamado de mantissa), que deve ser igual ou maior que 1 e menor que 10, por uma potência de base 10. A representação genérica é dada por: $a \times 10^n$, sendo n um número inteiro qualquer (positivo ou negativo). Vejamos alguns exemplos:

Número ou medida	Representação em notação científica	Número ou medida	Representação em notação científica
1.200.000.000.000.000	$1,2 \times 10^{15}$	512.000.000.000	$5,12 \times 10^{11}$
0,0000000098	$9,8 \times 10^{-9}$	0,000000000234	$2,34 \times 10^{-10}$
0,000157	$1,57 \times 10^{-4}$	81.380.000	$8,138 \times 10^7$
0,0047001	$4,7001 \times 10^{-3}$	1.320.670.000	$1,32067 \times 10^9$

Observe que a representação em notação científica facilita a escrita e a leitura de números extremamente grandes ou pequenos, bem como a manipulação na hora da realização de operações aritméticas como adição, subtração, multiplicação e divisão.

Contudo, ao representar um valor em notação científica é comum realizar uma aproximação no número que está sendo multiplicado pela potência de 10 (mantissa), a fim de que possua apenas uma ordem decimal. Esta aproximação deve ser realizada segundo as regras do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), que também são adotadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) na Norma Brasileira NBR 5891, cuja última revisão foi feita em 2014.

c) ARREDONDAMENTO DE NÚMEROS

O arredondamento de números só deve ser realizado no momento da apresentação dos valores finais, após a realização de todos os cálculos necessários, para evitar o acúmulo de erros nos resultados. Vamos lembrar agora as regras de arredondamento¹ segundo o IBGE.

¹ As regras de arredondamento do IBGE podem ser consultadas pelo link: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv82497.pdf>.

Caso 1

Quando o algarismo a ser conservado é seguido de 0, 1, 2, 3 ou 4.

Não há alteração nesse algarismo, apenas retiram-se os algarismos a serem descartados. Observe os exemplos dados.

Número	Arredondado para a 1ª casa decimal	Arredondado para a 2ª casa decimal	Arredondado para a 3ª casa decimal
13,3124	13,3	13,31	13,312
8,2100	8,2	8,21	8,210
7,40222	7,4	7,40	7,402

Caso 2

Quando o algarismo a ser conservado é seguido de 6, 7, 8 ou 9.

Adiciona-se uma unidade ao último algarismo a ser conservado, descartando-se os demais. Observe os exemplos dados.

Número	Arredondado para a 1ª casa decimal	Arredondado para a 2ª casa decimal	Arredondado para a 3ª casa decimal
138,77878	138,8	138,78	138,779
72,8666	72,9	72,87	72,867
1,9876	2,0	1,99	1,988

Caso 3

Quando o algarismo a ser conservado é seguido de 5. Nesse caso, temos duas soluções:

- i) Se o 5 for o último algarismo ou se for seguido apenas de zeros, aumentaremos uma unidade no algarismo a ser conservado, se ele for ímpar.
- ii) Se após o 5 houver algum algarismo diferente de zero, aumenta-se uma unidade no algarismo a ser conservado.

Observe os exemplos dados.

Número	Arredondado para a 1ª casa decimal	Arredondado para a 2ª casa decimal	Arredondado para a 3ª casa decimal
33,5555	33,6	33,56	33,556
97,2550	97,3	97,26	97,255
6,75550	6,8	6,76	6,756

Um fato muito importante deve ser considerado ao se realizar arredondamentos: o que esse valores representam? Por exemplo, se você estiver realizando a especificação do material necessário para construir uma mesa e chegou à conclusão de que precisaria de 2,2 barras de metalon para sua estrutura, você não pode escrever este resultado utilizando as regras de arredondamento do IBGE.

Nesse caso, pela regra do IBGE, considerando que não podemos comprar meia barra ou qualquer outra quantidade que não seja inteira, o valor seria arredondado para 2,0 barras. Contudo, ficaria faltando material, já que você ainda precisaria de mais 0,2 barra para completar a quantidade mínima de material para a estrutura da sua mesa.

Por isso, em situações nas quais trabalhamos com quantidade de material para fabricar algum item, SEMPRE vamos arredondar para o valor superior, garantindo que não falte material, e considerando, também, as possíveis perdas durante os processos de corte e operações de usinagem que serão realizadas para construir o item.

Outra situação, ainda que não seja no cenário da indústria, é o caso do cálculo da quantidade de comida para um evento. Você precisa realizar esse cálculo de forma que não falte comida para nenhum convidado. Já pensou o que aconteceria se em uma festa de *réveillon* em Copacabana, ao invés de comprar comida para 1.140.000 pessoas, o organizador decidisse aproximar esse valor para 1.000.000??? Teríamos 140.000 pessoas sem comida e isso não seria muito legal, não é?! Neste caso, o ideal seria que ele fizesse o cálculo para 1.200.000 pessoas, no mínimo!

1.2 - REPRESENTAÇÃO NA FORMA FRACIONÁRIA

Uma fração é a representação da razão ou da divisão entre dois números. Quando esses números são inteiros, temos a representação fracionária de um número racional. O número da parte superior de uma fração é chamado numerador e o número da parte inferior é chamado denominador, sendo este diferente de zero. Por exemplo:

$$\frac{3}{4}$$

O número 4 é o denominador e indica em quantas partes o "inteiro" foi dividido, por isso não pode ser igual a zero. O número 3 é o numerador e representa quantas partes do inteiro você está "utilizando".

Uma fração é chamada própria quando o numerador é menor que o denominador, como no caso da fração do exemplo anterior. Quando o numerador é maior que o denominador, a fração é chamada de imprópria.

E se, em uma fração, o numerador é múltiplo do denominador (mesmo que ambos sejam iguais), esta fração é chamada de aparente. Veja os exemplos abaixo.

$$\begin{array}{ll} \frac{1}{5} \text{ é uma fração própria} & \frac{13}{4} \text{ é uma fração imprópria} \\ \frac{16}{4} \text{ é uma fração aparente} & \frac{2}{2} \text{ é uma fração aparente} \end{array}$$

Uma fração aparente, após ser simplificada, sempre vai resultar em um número inteiro. Já as frações impróprias podem ser representadas como frações mistas, isto é, um valor inteiro, que representa a parte inteira do número racional, mais uma fração que representa sua parte fracionária. Utilizando o exemplo anterior, teríamos:

$$\frac{13}{4} \text{ é uma fração imprópria que equivale a } 3\frac{1}{4} \text{ que é uma fração mista.}$$

Nesse caso, treze quartos são equivalentes a três inteiros e um quarto, pois a divisão de treze por quatro tem quociente três e resto igual a um. O quociente é a parte inteira do número e o resto da divisão é o numerador da parte fracionária.

Da mesma forma, $\frac{128}{3} = 42\frac{2}{3}$ (cento e vinte e oito terços são iguais a quarenta e dois inteiros e dois terços), pois a divisão de cento e vinte e oito por três tem quociente igual a quarenta e dois e resto igual a dois.

A representação de um número racional na forma fracionária é feita, em geral, utilizando-se uma fração irredutível, ou seja, na qual o numerador e o denominador não têm divisores comuns além de um. Pode-se também utilizar uma fração equivalente cujo denominador seja uma potência de 10, denominada fração decimal.

Por exemplo, a fração $\frac{2}{5}$ (dois quintos) é irredutível, e pode ter diversas frações equivalentes, como, por exemplo: $\frac{20}{50}$ (vinte cinquenta avos), pois $\frac{2}{5} = \frac{2 \times 10}{5 \times 10} = \frac{20}{50}$ ou $\frac{40}{100}$ (quarenta centésimos), pois $\frac{2}{5} = \frac{2 \times 20}{5 \times 20} = \frac{40}{100}$. Observe que as frações equivalentes

são obtidas multiplicando ambos os termos da fração irredutível por um mesmo número.

Na metrologia, as frações próprias e mistas são muito usadas para expressar as medidas em polegadas fracionárias.

a) OPERAÇÕES BÁSICAS COM FRAÇÕES

Observe o seguinte enunciado de um problema que envolve a operação de adição: "Fui a uma loja de ferramentas e comprei 2 martelos e 3 marretas. Quantas ferramentas eu comprei?". Repare que, para formular a pergunta "Quantas ferramentas eu comprei?", foi necessário utilizar uma categoria comum a martelos e marretas: ambas são ferramentas. Isto acontece porque só podemos efetuar a soma (ou a subtração) de valores de grandezas da mesma categoria de classificação.

Algo parecido ocorre com as frações. A categoria da fração é dada por seu denominador (meio, terço, quarto, etc.). Assim, só podemos escrever o resultado da adição (ou da subtração) de frações se elas forem da mesma categoria, ou seja, tiverem o mesmo denominador. Caso não tenham, precisamos obter frações equivalentes às iniciais, para que seus denominadores sejam iguais. Isto é feito, em geral, calculando um múltiplo entre os denominadores, em geral usamos o menor múltiplo, que é o Mínimo Múltiplo Comum (MMC) entre os denominadores das frações iniciais. Veja os exemplos a seguir:

$\frac{1}{5} + \frac{2}{3} = ?$ (precisamos encontrar um denominador que seja comum às duas frações, isso significa, encontrar um valor que seja múltiplo de 3 e 5 ao mesmo tempo e se esse valor é o menor dos múltiplos, temos o chamado MMC).

Cálculo do MMC

$$\begin{array}{r|l} 3,5 & 3 \\ 1,5 & 5 \\ 1,1 & \underline{15} \end{array} \times$$

$$\begin{array}{r} \times \\ \frac{1}{5} + \frac{2}{3} \\ \times \\ + \\ \frac{3 + 10}{15} \\ + \end{array}$$

$$\frac{1}{5} + \frac{2}{3} = \frac{13}{15}$$

$\frac{3}{5} + \frac{1}{2} - \frac{7}{10} = ?$ (precisamos encontrar o menor valor que seja múltiplo de 2, 5 e 10 ao mesmo tempo).

<p style="text-align: center; border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 2px;">Cálculo do MMC</p>	$\left. \begin{array}{c} \times \\ \frac{3}{5} + \frac{1}{2} - \frac{7}{10} \\ \times \end{array} \right\} \times$ $+ \left. \begin{array}{c} \frac{6 + 5 - 7}{10} \\ + \end{array} \right\} +$	$\frac{3}{5} + \frac{1}{2} - \frac{7}{10} = \frac{4}{10} = \frac{2}{5}$											
<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 5px;"> 2, 5, 10 1, 5, 5 1, 1, 1 </td> <td style="padding: 5px;"> <table border="0" style="border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black;"> <tr> <td style="padding: 5px;">2</td> <td style="padding: 5px;">↻</td> <td style="padding: 5px;">×</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">5</td> <td style="padding: 5px;">↻</td> <td style="padding: 5px;">×</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px; border: 1px solid black; border-radius: 50%;">10</td> <td style="padding: 5px;">↻</td> <td style="padding: 5px;">×</td> </tr> </table> </td> </tr> </table>	2, 5, 10 1, 5, 5 1, 1, 1	<table border="0" style="border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black;"> <tr> <td style="padding: 5px;">2</td> <td style="padding: 5px;">↻</td> <td style="padding: 5px;">×</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">5</td> <td style="padding: 5px;">↻</td> <td style="padding: 5px;">×</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px; border: 1px solid black; border-radius: 50%;">10</td> <td style="padding: 5px;">↻</td> <td style="padding: 5px;">×</td> </tr> </table>	2	↻	×	5	↻	×	10	↻	×		
2, 5, 10 1, 5, 5 1, 1, 1	<table border="0" style="border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black;"> <tr> <td style="padding: 5px;">2</td> <td style="padding: 5px;">↻</td> <td style="padding: 5px;">×</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">5</td> <td style="padding: 5px;">↻</td> <td style="padding: 5px;">×</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px; border: 1px solid black; border-radius: 50%;">10</td> <td style="padding: 5px;">↻</td> <td style="padding: 5px;">×</td> </tr> </table>	2	↻	×	5	↻	×	10	↻	×			
2	↻	×											
5	↻	×											
10	↻	×											

A multiplicação de frações pode ser efetuada de forma mais "direta", uma vez que grandezas de categorias diferentes podem ser multiplicadas. Nesta operação, multiplicam-se denominadores entre si e numeradores entre si. Veja os exemplos a seguir.

$$\frac{2}{3} \times \frac{5}{7} = \frac{2 \times 5}{3 \times 7} = \frac{10}{21}$$

$$\frac{1}{3} \times \frac{2}{7} \times \frac{5}{3} = \frac{1 \times 2 \times 5}{3 \times 7 \times 3} = \frac{10}{63}$$

Já a divisão de frações pode ser realizada observando que dividir um valor por uma fração é, na verdade, multiplicar este valor pelo inverso da fração. Multiplica-se então a primeira fração ("dividendo") pelo inverso da segunda ("divisor"). Observe a seguir.

$$\frac{2}{3} \div \frac{5}{4} = \frac{2}{3} \times \frac{4}{5} = \frac{2 \times 4}{3 \times 5} = \frac{8}{15}$$

$$\frac{1}{3} \div \frac{2}{7} = \frac{1}{3} \times \frac{7}{2} = \frac{1 \times 7}{3 \times 2} = \frac{7}{6}$$

SEÇÃO 2 - MEDIR, MEDIDAS E SISTEMAS DE MEDIDAS

Vamos entender, agora, alguns conceitos importantes para uma medição confiável e correta.

2.1 - O QUE É MEDIR? O QUE É UMA UNIDADE DE MEDIDA?

Medir é o processo de obter um valor numérico para um tamanho/dimensão por meio de comparação com uma unidade de referência. Considerando o tampo da mesa que você mediu no início desta apostila, se você não tivesse acesso a um instrumento padrão de medição, como uma régua graduada, um metro articulado ou uma trena, por exemplo, você poderia usar o comprimento de um objeto menor que o tampo da mesa, como uma borracha, para fazer a medição de forma indireta.

Nesse caso, você descobriria quantas vezes o comprimento da sua borracha caberia no comprimento total do tampo da sua mesa e diria, por exemplo: "o comprimento dessa mesa é de 42 borrachas". Nesse caso, o comprimento da borracha foi sua "unidade de medida" de referência.

Observe que a unidade usada como referência pode fazer com que um mesmo objeto tenha sua dimensão representada por meio de diferentes valores numéricos. Por exemplo, se sua unidade de referência fosse o metro (m), o tampo da sua mesa teria 0,75 m de comprimento. Mas, se você usasse o centímetro (cm) como unidade de referência, o tampo da sua mesa teria 75 cm, e se decidisse usar o milímetro (mm) como unidade de referência, a medida desse tampo seria de 750 mm. Observe que o tampo é o mesmo e seu tamanho não mudou só porque você mudou a unidade de referência. O que aconteceu, nesse caso, foi que ao mudar a unidade utilizada, os valores numéricos foram alterados para se adequar à sua unidade de referência.

Vamos pensar no seguinte exemplo: Você decidiu fixar uma prateleira no seu quarto e precisa que ela fique na mesma altura da parte de baixo da janela que fica na parede em frente. Para fazer a medição da altura, você utilizou duas unidades de referência: i) o comprimento de um palito de churrasquinho e ii) o comprimento de um palito de dentes.

Apesar da altura da janela ser fixa, você nota que, ao usar o palito de churrasquinho, a medida foi igual a 27 palitos de churrasquinho, e ao usar o palito de dentes a medida obtida foi de 63 palitos de dente. Observe que o valor obtido com a unidade de referência de maior comprimento (palito de churrasquinho) é menor que o valor obtido com a unidade de referência de menor comprimento (palito de dente),

pois você precisou de mais palitos de dente do que palitos de churrasquinho para completar aquele tamanho.

Ou seja, quando usamos duas unidades de referência distintas para realizar a medição de um mesmo comprimento, o valor maior será correspondente à menor unidade, e o valor menor, à maior unidade. Isto porque uma unidade menor "cabe mais vezes" do que uma unidade maior no comprimento que está sendo medido.

2.2 - UM POUCO DE HISTÓRIA: OS SISTEMAS DE MEDIÇÃO

É difícil identificar o ponto de partida para a história dos números e das medidas, mas não é difícil pensar que tudo teve início devido à necessidade de quantificar grandezas.

Muitos povos usavam partes do corpo para expressar quantidades. Eles apontavam para diferentes partes do corpo para indicar a quantidade que desejavam. Assim, mostrar o polegar, por exemplo, indicava uma determinada quantidade de itens, assim como a distância do nariz até a ponta do dedo polegar, indicaria outra quantidade ou valor.

Alguns autores afirmam que os primeiros sistemas numéricos estavam ligados a diferentes marcações onde "II" poderia representar o número dois, por exemplo. Afirmam, também, que por volta de 3.400 a.C. os antigos egípcios criaram um sistema onde usavam potências de dez como base e onde a unidade era representada por determinado símbolo, a dezena por outro símbolo, bem como as demais potências de 10, até 1.000.000, cada uma com uma marca ou símbolo característico.

Mas o que é base? Conforme já mencionamos, a base de um sistema numérico está diretamente ligada ao modo como fazemos o agrupamento das unidades para formar a ordem seguinte. Isso significa que, no sistema de base 10, o agrupamento de 10 unidades forma a ordem seguinte, denominada dezena. Da mesma forma, a reunião de 10 dezenas forma a ordem das centenas, que ao serem agrupadas de 10 em 10, formam a ordem das unidades de milhar e assim por diante.

Supõe-se que o sistema numérico com base dez foi desenvolvido porque o homem percebeu que tinha dez dedos em suas mãos e os utilizava para contar.

Assim como os sistemas numéricos surgiram da necessidade do homem de quantificar, os sistemas de medidas também foram aparecendo em função da necessidade de padronizar a troca de mercadorias.

Até o final do século XVIII, antes da criação do Sistema Métrico Decimal, as unidades de medida eram definidas de maneira arbitrária. As unidades de comprimento, por exemplo, eram derivadas das partes do corpo do rei de cada país, variando, assim, de um país para outro e dificultando as transações comerciais entre eles. Era difícil chegar a um acordo quando se precisava definir qual dos dois, o comprador ou o vendedor, usaria seu sistema para fazer a negociação, pois o rei de um deles poderia calçar 42 (nos padrões de hoje) e o outro poderia calçar 38, o que iria gerar uma boa diferença nas medidas e um dos dois sairia perdendo.

Até hoje, as unidades baseadas no corpo humano (jarda, pé, polegada, etc.) são usadas nos países de língua inglesa. Porém são definidas, atualmente, por meio de padrões. Essas unidades deram origem ao Sistema Inglês de medidas.

Vamos conhecer agora os dois sistemas de medidas mais utilizados na metrologia e em todas as transações internacionais.

2.3 - SISTEMA MÉTRICO DECIMAL

Como o próprio nome diz, o sistema métrico decimal tem base 10 e define unidades fundamentais para cada grandeza. Assim, para medidas lineares (como comprimento, altura, largura) temos o metro (m) como unidade fundamental, tendo dado origem, também, ao nome do sistema. Outras duas grandezas que formaram o sistema inicial foram: i) a massa, cuja grandeza fundamental era o quilograma (kg) e ii) o volume, cuja unidade fundamental era o Litro (L).

Em 1960, esse sistema foi substituído pelo Sistema Internacional de Unidades (SI), que em 1971, passou a ter sete unidades básicas: metro (unidade de comprimento); quilograma (unidade de massa); segundo (unidade de tempo); ampère (unidade de corrente elétrica), kelvin (unidade de temperatura), mol (unidade de quantidade de substância) e candela (unidade de intensidade luminosa).

Considerando que os sistema métrico é decimal (base 10), quando dividimos o metro em partes, teremos o que chamamos de submúltiplos do metro. Portanto, se dividirmos 1 metro em:

10 partes, cada parte equivalerá a 1 decímetro;
 100 partes, cada parte equivalerá a 1 centímetro;
 1000 partes, cada parte equivalerá a 1 milímetro.

De maneira equivalente, se fizermos grupos de vários metros, teremos os seus múltiplos. Assim, se agruparmos:

10 metros, teremos 1 decametro;
 100 metros, teremos 1 hectometro;
 1000 metros, teremos 1 kilometro.

Nosso foco, aqui, no entanto, está nas unidades de medidas lineares (ou medidas de comprimento). A tabela a seguir apresenta alguns múltiplos do metro (unidades que estão na parte superior da tabela, acima do metro) e submúltiplos (unidades que estão na parte inferior da tabela, abaixo do metro) que recebem prefixos especiais e por isso, possuem nomes específicos.

Observe que a transformação entre as unidades do sistema métrico, de uma ordem para outra imediatamente superior (múltiplo) ou imediatamente inferior (submúltiplo), pode ser feita efetuando-se a multiplicação ou divisão por potências de base 10. Por exemplo, 1 decímetro corresponde a 1×10^{-1} metros, assim como 1 kilometro corresponde a 1×10^3 metros.

Nome	Símbolo	Fator de multiplicação em potências de base dez
Exametro	Em	$10^{18} = 1\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ m$
Peptametro	Pm	$10^{15} = 1\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ m$
Terametro	Tm	$10^{12} = 1\ 000\ 000\ 000\ 000\ m$
Gigametro	Gm	$10^9 = 1\ 000\ 000\ 000\ m$
Megametro	Mm	$10^6 = 1\ 000\ 000\ m$
Kilometro	km	$10^3 = 1\ 000\ m$
Hectometro	hm	$10^2 = 100\ m$
Decametro	dam	$10^1 = 10\ m$
Metro	m	$10^0 = 1\ m$
Decímetro	dm	$10^{-1} = 0,1\ m$
Centímetro	cm	$10^{-2} = 0,01\ m$
Milímetro	mm	$10^{-3} = 0,001\ m$
Micrometro	μm	$10^{-6} = 0,000\ 001\ m$
Nanometro	nm	$10^{-9} = 0,000\ 000\ 001\ m$
Picometro	pm	$10^{-12} = 0,000\ 000\ 000\ 001\ m$
Fentometro	fm	$10^{-15} = 0,000\ 000\ 000\ 000\ 001\ m$
Attometro	am	$10^{-18} = 0,000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 001\ m$

É importante entender, porém, que apesar de alguns múltiplos e submúltiplos do metro possuírem nomes específicos, como os que você viu na tabela anterior, unidades como 10^4 m e 10^5 m também são consideradas múltiplos, porém não recebem um prefixo especial e, por isso, não têm um nome diferenciado. Nesse caso, 12×10^4 m seria o equivalente a 120.000 (cento e vinte mil) metros e 8×10^5 m seria o mesmo que 800.000 (oitocentos mil) metros. De maneira análoga, 23×10^{-5} m seria igual a 0,00023 (vinte e três centésimos de milímetro) e 7×10^{-4} m seria o mesmo que 0,0007 (sete décimos de milímetro).

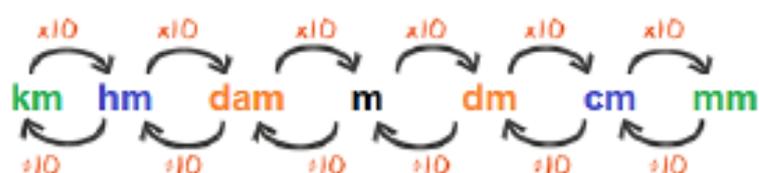
a) CONVERSÕES NO SISTEMA MÉTRICO

Quando vamos representar uma medida, precisamos estar atentos à unidade que será utilizada, pois em cada situação há a unidade mais apropriada. Por exemplo, se vamos nos referir ao comprimento de uma ripa de madeira para fazer a moldura de uma janela, o mais apropriado é usar as medidas em centímetros (cm) ou metros (m), mas se vamos nos referir à espessura do vidro dessa janela, o mais adequado é usarmos milímetros (mm).

A tabela a seguir mostra quantas vezes cada múltiplo ou submúltiplo cabe dentro da unidade fundamental (metro).

km	hm	dam	m	dm	cm	mm
0,001	0,01	0,1	1	10	100	1000

Então, de forma simplificada, podemos usar a seguinte regra para as conversões entre as unidades do sistema métrico decimal: ao sairmos de uma unidade de ordem maior para uma unidade de ordem menor ("andando da esquerda para a direita" na tabela), multiplicamos o valor por potências de base 10 e expoente inteiro positivo, bem como ao sairmos de uma unidade de ordem menor para uma unidade de ordem maior ("andando da direita para a esquerda" na tabela), dividimos o valor por potências de base 10 e expoente inteiro positivo. Veja o esquema a seguir.



$1 \text{ km} = 1 \times 10^3 \text{ m} = 1000 \text{ m}$	$1 \text{ hm} = 1 \times 10^2 \text{ m} = 100 \text{ m}$	$1 \text{ dam} = 1 \times 10^1 \text{ m} = 10 \text{ m}$
$1 \text{ mm} = 1 \times 10^{-3} \text{ m} = 0,001 \text{ m}$	$1 \text{ cm} = 1 \times 10^{-2} \text{ m} = 0,01 \text{ m}$	$1 \text{ dm} = 1 \times 10^{-1} \text{ m} = 0,1 \text{ m}$

2.4 - SISTEMA INGLÊS DE MEDIDAS

O sistema inglês para medidas lineares se baseia na polegada, no pé, na jarda e na milha.

Nas medidas de peças na indústria, a unidade usada é a polegada, que pode ter duas representações: a polegada milesimal e a polegada fracionária.

⇒ Polegada Milesimal

Nessa representação, as medidas são escritas da seguinte forma:

.437" (lê-se 437 milésimos de polegada)

.250" (lê-se 250 milésimos de polegada)

1.750" (lê-se 1 polegada e 750 milésimos)

3.1255" (lê-se 3 polegadas e 1255 décimos de milésimos)

Em geral, para medidas inferiores a uma polegada, não se costuma usar o zero antes do ponto. Ressalta-se que no sistema inglês se usa ponto, enquanto no sistema métrico decimal usamos a vírgula para separar a parte inteira da parte decimal do número.

Nas medidas em polegada milesimal, dependendo do instrumento usado, o menor valor que podemos obter na medição é de .001" (um milésimo de polegada) ou .0001" (um décimo de milésimo de polegada). No primeiro caso, os valores devem ser escritos, obrigatoriamente, com três casas decimais, enquanto no segundo caso, deve-se utilizar, obrigatoriamente, quatro casas decimais.

Vamos entender melhor a escala usada na polegada milesimal quando estivermos trabalhando com os instrumentos de precisão: paquímetros e micrômetros.

⇒ Polegada Fracionária

Nessa representação, as medidas são escritas da seguinte forma:

$\frac{1}{2}$ " (meia polegada)

$3\frac{1}{4}$ " (três polegadas e um quarto)

$\frac{3}{8}$ " (três oitavos de polegada)

$\frac{13}{16}$ " (treze dezesseis avos de polegada)

Nas medidas em polegada fracionária, dependendo do instrumento usado, o menor valor que podemos obter na medição é de $\frac{1}{128}$ " (um cento e vinte e oito avos de polegada). É importante destacar que, na representação fracionária, a polegada só pode ser dividida em partes tais que a representação seja uma fração cujo denominador seja uma potência de 2, até no máximo 128: 2, 4, 8, 16, 32, 64 ou 128.

Essa divisão também será melhor compreendida quando estudarmos sobre os instrumentos de precisão. Deve-se lembrar que, nesse caso, os valores devem ser representados sempre sob a forma de fração irredutível ou na forma de fração mista, quando for o caso.

O sistema inglês, como já foi dito, também conta com outras unidades, como a jarda, o pé e a milha.

A equivalência entre cada uma das principais unidades do sistema métrico decimal e as unidades do sistema inglês é dada a seguir.

1 polegada = 2,54 cm ou 25,4 mm	1 pé = 0,3048 m ou 30,48 cm ou 304,8 mm
1 milha = 1.609,34 m	1 jarda = 0,9144 m ou 91,44 cm ou 914,4 mm

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5891: Regras de arredondamento na numeração decimal. Rio de Janeiro, 2014.

LESSA, José Roberto. Frações próprias, impróprias e aparentes. 2018; *Info Escola*. Disponível em: <https://www.infoescola.com/matematica/fracoes-proprias-improprias-e-aparentes/>. Acesso em: 02 fev. 2020.

LUIZ, Robson. Operações com frações; *Brasil Escola*. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/matematica/fracao-as-operacoes-matematicas.htm>. Acesso em: 15 de fev. 2020.

NOÉ, Marcos. Notação Científica; *Alunos online*. Disponível em: <https://alunosonline.uol.com.br/matematica/notacao-cientifica.html>. Acesso em: 07 fev. 2020.

NOVAES, Jean Carlos. Notação Científica: saiba como escrever!; *Matemática básica*. Disponível em: <https://matematicabasica.net/notacao-cientifica/>. Acesso em: 13 fev. 2020.

OLIVEIRA, Naysa Crystine Nogueira. Potenciação; *Mundo Educação*. Disponível em: <https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/matematica/potenciacao.htm>. Acesso em: 08 fev. 2020.

OLIVEIRA, Ana Maria de. Álgebra: Potências e raízes. In: OLIVEIRA, Ana Maria de. *Minimanual de Matemática*. São Paulo: DCL, 2011. Cap. 1. p. 33-34.

ROONEY, Anne. Começando com números. In: ROONEY, Anne. *A História da Matemática: desde a criação das pirâmides até a exploração do infinito*. Desde a criação das pirâmides até a exploração do infinito. São Paulo: M. Books do Brasil Editora Ltda, 2012. Cap. 1. p. 14-18.

ROQUE, Tatiana. Matemáticas na Mesopotâmia e no antigo Egito: Números e operações no antigo Egito. In: ROQUE, Tatiana. *História da Matemática: uma visão crítica, desfazendo mitos e lendas*. Uma visão crítica, desfazendo mitos e lendas. Rio de Janeiro: Zahar, 2012.

SILVA, Domiciano Correa Marques da. Conhecendo os algarismos significativos; *Alunos online*. Disponível em: <https://alunosonline.uol.com.br/fisica/conhecendo-os-algarismos-significativos.html>. Acesso em: 18 fev. 2020.

SIMÕES, Marco. Potenciação, potências de dez e notação científica. UNIMONTE - Engenharia. Disponível em: http://masimoes.pro.br/fisica/01_si/Potencia%C3%A7%C3%A3o%20e%20pot%C3%Aancias%20de%20dez.pdf. Acesso em: 04 fev. 2020.

SOUZA, Tatiana Miranda de; VICENTINI, Nayton Claudinei; LUCENA, Ana Carolina dos Santos; SANTOS, Léo Rodrigues Macena dos; ANDRADE, Wanessa Afonso de; CRUZ, Frederico Alan de Oliveira. Potência de base 10, regras de arredondamento e notação científica. 2017. Material de apoio às atividades de tutoria do Programa de Educação Tutorial – Física/UFRRJ. Disponível em: encurtador.com.br/jmNRU. Acesso em: 10 fev. 2020.

APÊNDICE D – Atividades Contextualizadas versão aluno

Curso técnico em Mecânica Concomitante

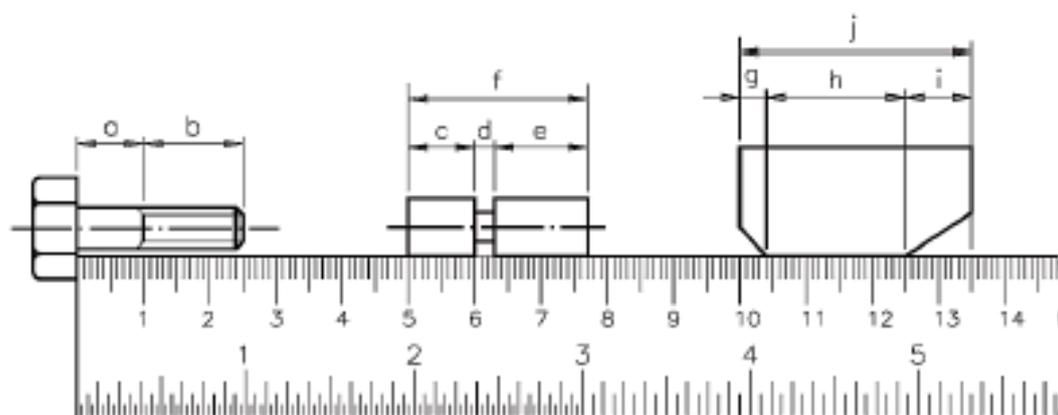
Disciplina: Metrologia Dimensional

Data: ____ / ____ / ____

Aluno (a): _____

ATIVIDADES CONTEXTUALIZADAS

1. Considerando a régua graduada a seguir, que apresenta escala milimétrica na parte superior e escala em polegada fracionária na parte inferior, observe os desenhos técnicos das peças representadas e responda o que se pede.



Fonte: Apostila de Metrologia do Telecurso Profissionalizante

i) Observando a escala da parte superior da régua, qual o menor valor que pode ser lido nesta escala? _____

ii) Considerando o que você sabe sobre erros admissíveis em instrumentos de medida, qual o erro admitido para uma medida realizada na escala superior dessa régua? Por quê?

iii) Considerando o que você sabe sobre os algarismos significativos, os valores obtidos na escala superior dessa régua devem ser representados com quantas casas decimais? Por quê?

iv) Qual o menor valor que pode ser lido na escala inferior desta régua? _____.

v) Considerando a escala superior da régua, represente cada uma das medidas solicitadas a seguir em milímetros. Depois, usando o que você aprendeu sobre a transformação de unidades, represente esses mesmos valores em centímetros.

Respostas em milímetros:

cota a)	cota b)	cota d)	cota e)
cota f)	cota g)	cota h)	cota j)

Respostas em centímetros:

cota a)	cota b)	cota d)	cota e)
cota f)	cota g)	cota h)	cota j)

vi) Sabendo que uma medida ou um valor pode ter diferentes formas de representação numérica, que forma você utilizou para representar as medidas no item "v" desta questão? O que caracteriza essa forma de representação?

vii) Considerando que você quisesse representar essas medidas usando como unidade de referência o metro, como você representaria esses valores na forma decimal e na forma de fração decimal?

Respostas na forma decimal

cota a)	cota b)	cota d)	cota e)
cota f)	cota g)	cota h)	cota j)

Respostas na forma de fração decimal

cota a)	cota b)	cota d)	cota e)
cota f)	cota g)	cota h)	cota j)

viii) Agora, comparando os valores lidos anteriormente, nos itens "v" e "vii" (na forma decimal) para as medidas indicadas pelas cotas "a", "b", "d", "e", preencha a tabela a seguir, indicando a quantidade de algarismos significativos para cada valor obtido.

	Cota a	Cota b	Cota d	Cota e
Valor em mm				
Valor em cm				
Valor em m				

ix) Considerando as medidas em metro, obtidas no item "vii", na forma decimal, para as cotas "a", "b", "d", "e", como você indicaria os valores obtidos utilizando a representação em notação científica?

Cota a (m)	Cota b (m)	Cota d (m)	Cota e (m)

x) A representação dos valores usando notação científica pode alterar a quantidade de algarismos significativos. Quantos são os algarismos significativos em cada um dos valores representados do item "ix"?

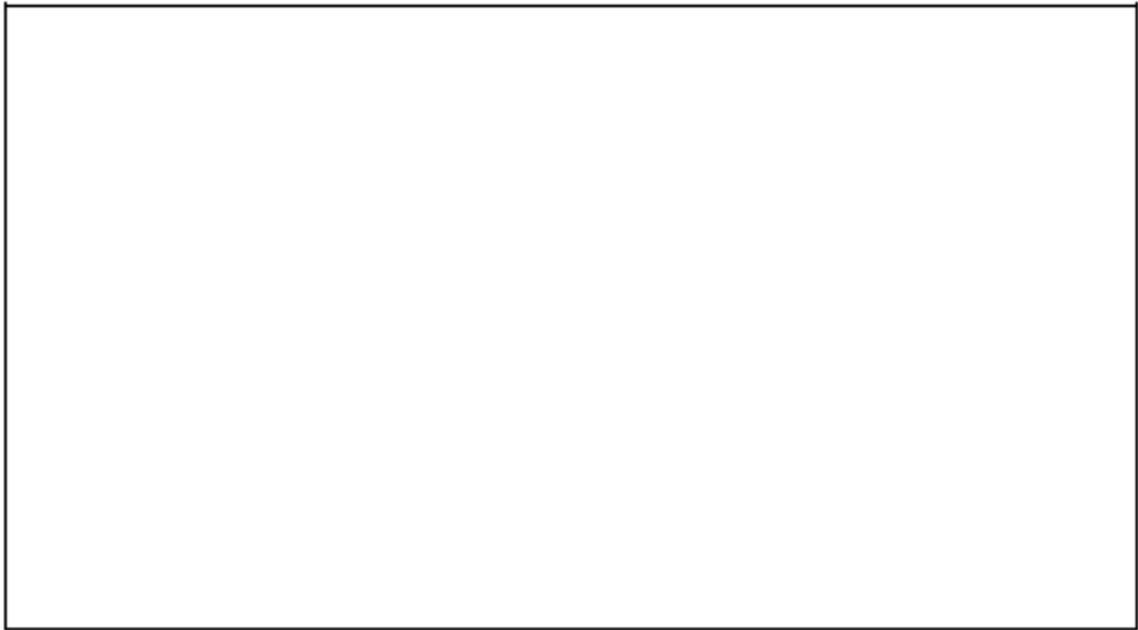
Cota a (m)	Cota b (m)	Cota d (m)	Cota e (m)

2. Um serralheiro precisa comprar material para fabricar uma bancada de apoio para suas ferramentas. Ele quer fazer uma estrutura de metalon, com o formato e medidas indicadas abaixo.

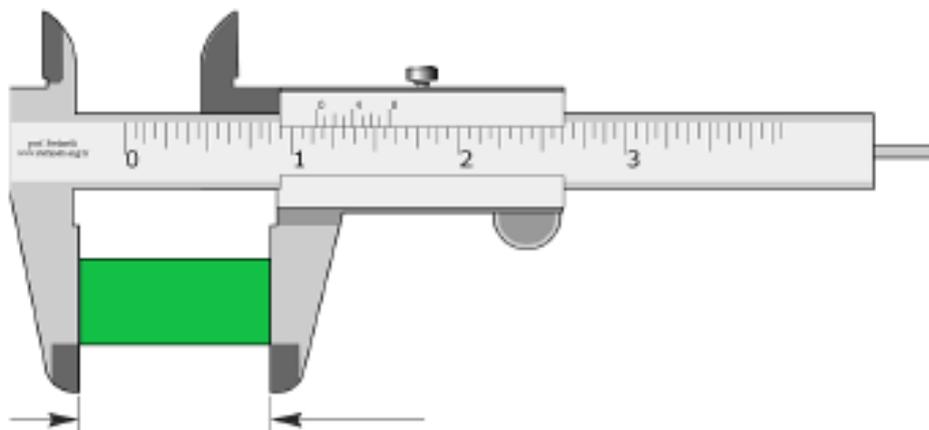
Considerando que a barra de metalon é vendida com comprimento padrão de 6,0 metros, calcule a quantidade mínima de barras necessárias para a construção da bancada e indique quantas barras o serralheiro deverá comprar para fabricar a bancada.



Fonte: <https://www.tokstok.com.br/base-mesa-180-m-x-95-cm-preto-metric/p>



3. Ao medir a largura de uma barra de ferro para fabricar a moldura de um portão, o serralheiro obteve a medida indicada no paquímetro a seguir.



Fonte: www.stefanelli.eng.br

Ele leu na escala fixa “uma polegada inteira e dois dezesseis avos de polegada” e leu na escala móvel o valor de “três cento e vinte e oito avos de polegada”.

a) Represente cada um desses valores adequadamente, depois some todos eles para obter o valor final da medida obtida pelo serralheiro, representando-o sob a forma de fração mista.

valor lido na escala fixa	valor lido na escala móvel	cálculo e valor final da medida

b) Os valores que você utilizou no item anterior estão representados em forma fracionária. Como se denomina cada uma dessas frações?

valor lido na escala fixa:	
valor lido na escala móvel:	
valor final da medida:	

c) Se os valores obtidos nessa leitura estivessem representados em polegada milesimal, seriam dados da seguinte maneira:

valor da escala fixa: 1.125"
 valor da escala móvel: .023"
 valor final da medida: 1.148"

Como é realizada a leitura desses valores? Escreva por extenso.

valor lido na escala fixa:	
valor lido na escala móvel:	
valor final da medida:	

4. Você já deve ter notado que ao comprar grampos para grampeadores de uso escolar, residencial ou em escritórios, as caixas vem com uma numeração, como por exemplo: 23/8 ou 26/6, certo? Essa é a especificação das dimensões do grampo, vamos entender melhor.

O primeiro valor representa a quantidade de vezes que o arame passou por uma máquina de conformação (fieira) até se transformar em um fio com a espessura desejada. Se o valor é 23 significa que ele passou 23 vezes por essa máquina e a cada passagem (passo) ele teve sua espessura reduzida, logo se o valor é 26, esse grampo passou 26 vezes pela fieira. Assim, um grampo 26 é mais fino que um 23, pois passou maior número de vezes pela máquina e, por isso, sua espessura é menor.

Já o segundo valor indica a altura da perna do grampo, que está relacionada à quantidade de folhas que ele consegue grampear. Quanto mais alta a perna, mais folhas ela consegue unir. Então, o valor 8 (que está em mm) pode grampear mais folhas que um grampo com valor 6.

Ao escolher o grampeador mais apropriado, você deve avaliar quantas folhas (em média) possuem os documentos que você costuma grampear, pois, ao calcular a altura do perna do grampo, você precisa deixar 3 mm de perna sobrando, para que as pontas que sobram sejam suficientes para segurar a última folha e não deixar que ela se solte.

i) Agora, vamos calcular qual o tamanho da perna de um grampo para unir 29 folhas de papel A4. Sabendo que uma folha de papel A4 comum pode ter espessura entre 80 micrometros e 110 micrometros, responda ao que se pede:

a) Que tamanho de perna esse grampo deve ter se cada folha tiver 80 micrometros de espessura?

--

b) Considerando as regras de arredondamento que você estudou, e sabendo que os valores das pernas dos grampos são dados em números inteiros, qual seria o valor mínimo para a altura desse grampo? _____.

c) Volte ao item anterior e avalie se, após representar o valor usando as regras de arredondamento do IBGE, a altura obtida para o grampo seria suficiente para grampear as 29 folhas? O que se pode concluir após essa observação?

d) Que tamanho de perna esse grampo deve ter se a folha tiver 100 micrometros de espessura?

--

ii) Suponha que você tem uma caixa de grampos com especificação 24/8. Considerando uma folha de espessura de 100 micrometros, qual o maior número de folhas que esse grampo poderia unir?

--

5. O transporte de produtos derivados de petróleo pode ser realizado de várias formas. No Brasil, utilizam-se dutos para óleo e gás, por exemplo. A fase de transporte destes produtos ocorre em duas etapas: a saída da fonte de produção até uma empresa de distribuição e depois a saída do produto desta empresa até o consumidor final.

Suponha que você trabalha em uma empresa de distribuição de gás e seu chefe solicitou que realizasse um levantamento da extensão dos gasodutos em operação no Brasil. Ao realizar uma pesquisa, você descobriu que há gasodutos em todas as regiões do país, e que suas extensões são:

Nordeste: 2.134×10^3 metros
 Sudeste: 3.692×10^3 metros
 Sul: 1.379.200 metros
 Centro-Oeste: 1.531.000 metros
 Norte: $5,078 \times 10^5$ metros

Fonte: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-166/Relat%C3%B3rio%20final%20PEMAT.pdf>

- a) É preciso, agora, calcular a extensão total de gasodutos em operação no Brasil. Para facilitar os cálculos, você decide usar o que aprendeu sobre operações com potências de base 10. Considerando seu conhecimento e os dados obtidos, qual a extensão total de gasodutos em operação no país? Represente o valor em metros, utilizando potência de base 10.

- b) Considerando que a unidade mais adequada para representar o valor obtido no item "a" é o quilometro, qual a extensão total de gasodutos no Brasil em km?

APÊNDICE E – Atividades Contextualizadas versão professor

Curso técnico em Mecânica Concomitante

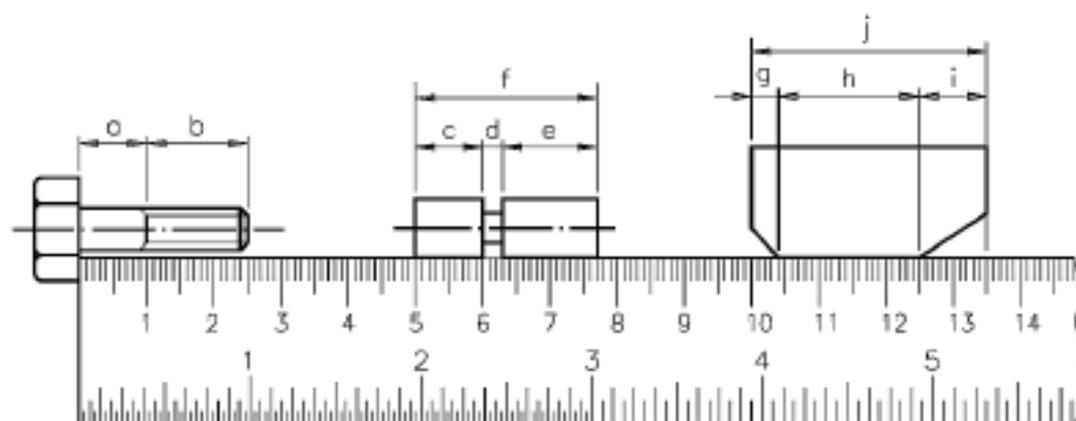
Disciplina: Metrologia Dimensional

Data: ____/____/____

Aluno (a): _____

ATIVIDADES CONTEXTUALIZADAS

1. Considerando a régua graduada a seguir, que apresenta graduação em centímetros, e subdivisões em milímetros, na parte superior e graduação em polegada fracionária na parte inferior, observe os desenhos técnicos das peças representadas e responda o que se pede.



Fonte: Apostila de Metrologia do Telecurso Profissionalizante

i) Observando a escala da parte superior da régua, qual o menor valor que pode ser lido nesta escala? 1,0 mm (um milímetro).

ii) Considerando o que você sabe sobre erros admissíveis em instrumentos de medida, qual o erro admitido para uma medida realizada na escala superior dessa régua? Por quê?

0,5 mm, pois o erro admitido convencionalmente para um instrumento de medição corresponde à metade do menor valor que pode ser lido em sua escala.

iii) Considerando o que você sabe sobre os algarismos significativos, os valores obtidos na escala superior dessa régua devem ser representados com quantas casas decimais? Por quê?

Como o erro admitido possui uma casa decimal, os valores lidos devem ser dados com o mesmo número de casas, ou seja, as medidas devem ter,

obrigatoriamente, uma casa decimal, para corresponderem ao erro máximo do instrumento.

Professor: reforçar que, nesse caso, os valores devem ser representados em mm, por ser a menor unidade da escala utilizada como referência, e que só podem ser lidos com aproximações da ordem de 0,5 mm, já que essa representação indica a precisão do instrumento utilizado no processo de medição. Então, as aproximações dos valores lidos sempre resultam em medidas como: 0,5 mm; 1,0 mm; 1,5 mm; 2,0 mm, etc.

iv) Qual o menor valor que pode ser lido na escala inferior desta régua? R.: $\frac{1}{32}$ "

v) Considerando a escala superior da régua, represente cada uma das medidas solicitadas a seguir em milímetros. Depois, usando o que você aprendeu sobre a transformação de unidades, represente esses mesmos valores em centímetros.

Respostas em milímetros:

cota a) 10,0 mm	cota b) 15,0 mm	cota d) 3,0 mm	cota e) 14,0 mm
cota f) 27,0 mm	cota g) 4,0 mm	cota h) 21,0 mm	cota j) 35,0 mm

Respostas em centímetros:

cota a) 1,0 cm	cota b) 1,5 cm	cota d) 0,3 cm	cota e) 1,4 cm
cota f) 2,7 cm	cota g) 0,4 cm	cota h) 2,1 cm	cota j) 3,5 cm

vi) Sabendo que uma medida ou um valor pode ter diferentes formas de representação numérica, que forma você utilizou para representar as medidas no item "v" desta questão? O que caracteriza essa forma de representação?

A forma de representação utilizada é a forma decimal, que apresenta uma parte relacionada às unidades inteiras, à esquerda da vírgula, e uma parte menor que uma unidade, à direita da vírgula.

vii) Considerando que você quisesse representar essas medidas usando como unidade de referência o metro, como você representaria esses valores na forma decimal e na forma de fração decimal?

Respostas na forma decimal

cota a) 0,010 m	cota b) 0,015 m	cota d) 0,003 m	cota e) 0,014 m
cota f) 0,027 m	cota g) 0,004 m	cota h) 0,021 m	cota j) 0,035 m

Respostas na forma de fração decimal

cota a) $\frac{10}{1000}$ m (ou $\frac{1}{100}$ m)	cota b) $\frac{15}{1000}$ m	cota d) $\frac{3}{1000}$ m	cota e) $\frac{14}{1000}$ m
cota f) $\frac{27}{1000}$ m	cota g) $\frac{4}{1000}$ m	cota h) $\frac{21}{1000}$ m	cota j) $\frac{35}{1000}$ m

Professor: Reforçar a relação existente entre a leitura dos valores representados na forma decimal e o denominador usado na representação desses valores na forma de fração decimal.

Por exemplo: 0,015 m se lê como quinze milésimos do metro e 0,003 m é lido como três milésimos do metro, justamente porque o denominador necessário para representar esses valores na forma de fração decimal é igual a 1000 (por isso, a leitura é feita como milésimos) da unidade de medida utilizada, nesse caso o metro.

Já o valor de 0,010 m pode ser lido como dez milésimos do metro, caso o denominador da fração seja igual a 1000, e nesse caso, obrigatoriamente, o valor deve ser dado com três casas decimais. Porém, caso a representação seja 0,01 m, o denominador utilizado na fração decimal correspondente seria igual a 100 e a leitura correta seria um centésimo do metro, que nesse caso teria sido dividido em cem partes e, por isso, a representação poderia ser realizada utilizando-se apenas duas casas decimais.

viii) Agora, comparando os valores lidos anteriormente, nos itens “v” e “vii” (na forma decimal) para as medidas indicadas pelas cotas “a”, “b”, “d”, “e”, preencha a tabela a seguir, indicando a quantidade de algarismos significativos para cada valor obtido.

	Cota a	Cota b	Cota d	Cota e
Valor em mm	3	3	2	3
Valor em cm	2	2	1	2
Valor em m	2	2	1	2

Professor: reforçar que a unidade de medida pode alterar a quantidade de algarismos significativos da medida realizada, e que, ao transformar os resultados obtidos, perde-se a referência de qual seria o menor valor possível de ser lido pelo instrumento, ou seja, ao representar os valores em metros, imagina-se que a escala do instrumento esteja graduada em metros e que o erro admitido convencional seria equivalente a 0,5 m, o que não seria apropriado de se fazer, já que o instrumento usado na questão tem escala em milímetros.

ix) Considerando as medidas em metro, obtidas no item “vii”, na forma decimal, para as cotas “a”, “b”, “d”, “e”, como você indicaria os valores obtidos utilizando a representação em notação científica?

Cota a (m)	Cota b (m)	Cota d (m)	Cota e (m)
$1,0 \times 10^{-2}$ m	$1,5 \times 10^{-2}$ m	$3,0 \times 10^{-3}$ m	$1,4 \times 10^{-2}$ m

x) A representação dos valores usando notação científica pode alterar a quantidade de algarismos significativos. Quantos são os algarismos significativos em cada um dos valores representados do item "ix"?

Cota a (m)	Cota b (m)	Cota d (m)	Cota e (m)
2	2	2	2

Professor: reforçar que o valor da cota "d" teve a quantidade de algarismos significativos alterada em função da ordem de grandeza da potência de base dez necessária para sua representação em notação científica.

2. Um serralheiro precisa comprar material para fabricar uma bancada de apoio para suas ferramentas. Ele quer fazer uma estrutura de metalon, com o formato e medidas indicadas abaixo.

Considerando que a barra de metalon é vendida com comprimento padrão de 6,0 metros, calcule a quantidade mínima de barras necessárias para a construção da bancada e indique quantas barras o serralheiro deverá comprar para fabricar a bancada.



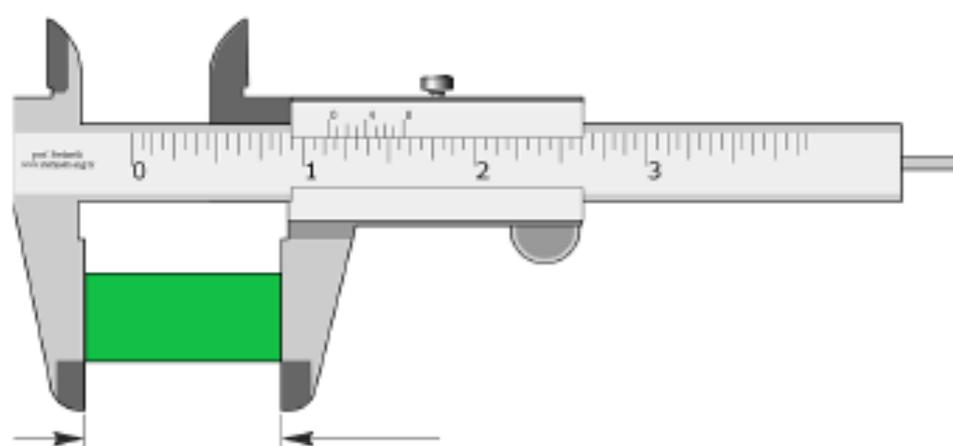
Fonte: <https://www.tokstok.com.br/base-mesa-180-m-x-95-cm-preto-metric/p>

Opção de resolução 1:	Opção de resolução 2:
<p>Calcular a quantidade de material em centímetro e depois transformar o valor para metro.</p> <p>calculando a quantidade de material:</p> $4 \times 74,0 \text{ cm} = 296,0 \text{ cm}$ $2 \times 95,0 \text{ cm} = 190,0 \text{ cm}$ $2 \times 180,0 \text{ cm} = 360,0 \text{ cm}$ $296,0 \text{ cm} + 190,0 \text{ cm} + 360,0 \text{ cm} = 846,0 \text{ cm}$	<p>Transformar as medidas para metro e efetuar o cálculo.</p> <p>para transformar para metro dividimos por 100:</p> $74,0 \text{ cm} \div 100 = 0,74 \text{ m}$ $95,0 \text{ cm} \div 100 = 0,95 \text{ m}$ $180,0 \text{ cm} \div 100 = 1,80 \text{ m}$

<p>para transformar para metro dividimos por 100:</p> $846,0 \text{ cm} \div 100 = 8,46 \text{ m}$ <p>R.: como cada barra de metalon tem 6,0 m de comprimento, seriam necessárias, no mínimo, 2 barras para fabricar a estrutura da bancada.</p>	<p>calculando a quantidade de material:</p> $4 \times 0,74 \text{ m} = 2,96 \text{ m}$ $2 \times 0,95 \text{ m} = 1,90 \text{ m}$ $2 \times 1,80 \text{ m} = 3,60 \text{ m}$ $2,96 \text{ m} + 1,90 \text{ m} + 3,60 \text{ m} = 8,46 \text{ m}$ <p>R.: como cada barra de metalon tem 6,0 m de comprimento, seriam necessárias, no mínimo, 2 barras para fabricar a estrutura da bancada.</p>
---	---

Professor: reforçar que ao se realizar um cálculo como esse, devemos considerar fatores como: os pedaços que compõem a estrutura da bancada não podem ter solda. Apenas os pontos de união desses pedaços (cantos) podem ser soldados. E que isso poderia influenciar na quantidade de barras necessária para a fabricação da estrutura, principalmente se o Serralheiro quisesse fazer mais unidades dessa bancada. Destacar que é preciso considerar a menor perda possível ao se cortar as barras e que, em casos de especificação de material para construção de um item ou objeto, deve-se sempre arredondar os valores para o inteiro superior, como no caso da questão acima, em que 1,41 barras seriam suficientes para chegar ao valor de 8,46 m, mas não se pode comprar 0,41 barras, portanto, o inteiro superior mais próximo do resultado equivale a 2 barras.

3. Ao medir a largura de uma barra de ferro para fabricar a moldura de um portão, o serralheiro obteve a medida indicada no paquímetro a seguir.



Fonte: www.stefanelli.eng.br

Ele leu na escala fixa “uma polegada inteira e dois dezesseis avos de polegada” e leu na escala móvel o valor de “três cento e vinte e oito avos de polegada”.

a) Represente cada um desses valores adequadamente, depois some todos eles para obter o valor final da medida obtida pelo serralheiro, representando-o sob a forma de fração mista.

valor lido na escala fixa	valor lido na escala móvel	cálculo e valor final da medida
$1\frac{2}{16}$ "	$\frac{3}{128}$ "	$1\frac{2}{16}$ " + $\frac{3}{128}$ " = $1\frac{16+3}{128}$ " = $1\frac{19}{128}$ "

Professor: reforçar que, para efetuar a soma de frações, estas devem possuir um mesmo denominador, e que para isso deve-se encontrar uma fração equivalente ou encontrar o M.M.C. Destacar que na leitura de polegada fracionária os denominadores serão sempre potências de base igual a 2, isto é: 2^1 ; 2^2 ; 2^3 ; 2^4 ; 2^5 e 2^6 e, portanto, os denominadores possíveis nas medidas em polegada fracionária são: 2, 4, 8, 16, 32, 64 e 128, que correspondem às possíveis divisões da polegada inteira. Não há possibilidade de outros denominadores diferentes, uma vez que as divisões são sempre realizadas considerando a metade da medida.

b) Os valores que você utilizou no item anterior estão representados em forma fracionária. Como se denomina cada uma dessas frações?

valor lido na escala fixa:	fração mista
valor lido na escala móvel:	fração própria
valor final da medida:	fração mista

c) Se os valores obtidos nessa leitura estivessem representados em polegada milesimal, seriam dados da seguinte maneira:

valor da escala fixa: 1.125"
 valor da escala móvel: .023"
 valor final da medida: 1.148"

Como é realizada a leitura desses valores? Escreva por extenso.

valor lido na escala fixa:	uma polegada e cento e vinte e cinco milésimos de polegada
valor lido na escala móvel:	vinte e três milésimos de polegada
valor final da medida:	uma polegada e cento e quarenta e oito milésimos de polegada

Professor: reforçar que a leitura na polegada milesimal é realizada com base na quantidade máxima de divisões que essa escala pode ter, ao utilizar um instrumento de precisão como o paquímetro, isto é: 1000 divisões.

4. Você já deve ter notado que ao comprar grampos para grampeadores de uso escolar, residencial ou em escritórios, as caixas vem com uma numeração, como por exemplo: 23/8 ou 26/6, certo? Essa é a especificação das dimensões do grampo, vamos entender melhor.

O primeiro valor representa a quantidade de vezes que o arame passou por uma máquina de conformação (fieira) até se transformar em um fio com a espessura desejada. Se o valor é 23 significa que ele passou 23 vezes por essa máquina e a cada passagem (passo) ele teve sua espessura reduzida, logo se o valor é 26, esse grampo passou 26 vezes pela fieira. Assim, um grampo 26 é mais fino que um 23, pois passou maior número de vezes pela máquina e, por isso, sua espessura é menor.

Já o segundo valor indica a altura da perna do grampo, que está relacionada à quantidade de folhas que ele consegue grampear. Quanto mais alta a perna, mais folhas ela consegue unir. Então, o valor 8 (que está em mm) pode grampear mais folhas que um grampo com valor 6.

Ao escolher o grampeador mais apropriado, você deve avaliar quantas folhas (em média) possuem os documentos que você costuma grampear, pois, ao calcular a altura do perna do grampo, você precisa deixar 3 mm de perna sobrando, para que as pontas que sobram sejam suficientes para segurar a última folha e não deixar que ela se solte.

i) Agora, vamos calcular qual o tamanho da perna de um grampo para unir 29 folhas de papel A4. Sabendo que uma folha de papel A4 comum pode ter espessura entre 80 micrometros e 110 micrometros, responda ao que se pede:

a) Que tamanho de perna esse grampo deve ter se cada folha tiver 80 micrometros de espessura?

$$80 \times 29 = 2.320 \text{ micrometros ou } 2,32 \text{ mm} + 3 \text{ mm} = 5,32 \text{ mm.}$$

b) Considerando as regras de arredondamento que você estudou, e sabendo que os valores das pernas dos grampos são dados em números inteiros, qual seria o valor mínimo para a altura desse grampo? R.: 5,00 mm

c) Volte ao item anterior e avalie se, após representar o valor usando as regras de arredondamento do IBGE, a altura obtida para o grampo seria suficiente para grampear as 29 folhas? O que se pode concluir após essa observação?

Não, pois ficariam faltando 0,32 mm para chegar ao valor mínimo para o tamanho da perna do grampo. Concluímos que precisamos avaliar em que situação estamos realizando um arredondamento do resultado, pois nesse caso, o grampo não uniria as folhas de forma adequada.

Professor: reforçar que ao fazer arredondamentos, precisamos avaliar em que situação estamos, pois nesse caso, usar a regra poderia causar um prejuízo ao trabalho, já que o grampo não teria o tamanho adequado para unir as folhas.

- d) Que tamanho de perna esse grampo deve ter se a folha tiver 100 micrometros de espessura?

$$100 \times 29 = 2.900 \text{ micrometros ou } 2,90 \text{ mm} + 3 \text{ mm} = 5,90 \text{ mm, logo esse grampo deveria ter no mínimo } 6 \text{ mm de altura.}$$

- ii) Suponha que você tem uma caixa de grampos com especificação 24/8. Considerando uma folha de espessura de 100 micrometros, qual o maior número de folhas que esse grampo poderia unir?

$$\begin{aligned} 100 \text{ micrometros} &= 0,1 \text{ mm} \\ 8 \text{ mm} - 3 \text{ mm} &= 5 \text{ mm de perna (útil)} \\ 5 \text{ mm} \div 0,1 \text{ mm} &= 50 \text{ folhas} \end{aligned}$$

5. O transporte de produtos derivados de petróleo pode ser realizado de várias formas. No Brasil, utilizam-se dutos para óleo e gás, por exemplo. A fase de transporte destes produtos ocorre em duas etapas: a saída da fonte de produção até uma empresa de distribuição e depois a saída do produto desta empresa até o consumidor final.

Suponha que você trabalha em uma empresa de distribuição de gás e seu chefe solicitou que realizasse um levantamento da extensão dos gasodutos em operação no Brasil. Ao realizar uma pesquisa, você descobriu que há gasodutos em todas as regiões do país, e que suas extensões são:

$$\begin{aligned} \text{Nordeste: } &2.134 \times 10^3 \text{ metros} \\ \text{Sudeste: } &3.692 \times 10^3 \text{ metros} \\ \text{Sul: } &1.379.200 \text{ metros} \\ \text{Centro-Oeste: } &1.531.000 \text{ metros} \\ \text{Norte: } &5,078 \times 10^5 \text{ metros} \end{aligned}$$

Fonte: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-166/Relat%C3%B3rio%20final%20PEMAT.pdf>

- a) É preciso, agora, calcular a extensão total de gasodutos em operação no Brasil. Para facilitar os cálculos, você decide usar o que aprendeu sobre operações com potências de base 10. Considerando seu conhecimento e os dados obtidos, qual a extensão total de gasodutos em operação no país? Represente o valor em metros, utilizando potência de base 10.

1º: É preciso colocar todos os valores como produtos por potências de base dez de mesmo expoente:

$$\begin{aligned} \text{Nordeste: } & 2.134,0 \times 10^3 \text{ m} \\ \text{Sudeste: } & 3.692,0 \times 10^3 \text{ m} \\ \text{Sul: } & 1.379.200 \text{ metros} = 1.379,2 \times 10^3 \text{ m} \\ \text{Centro-Oeste: } & 1.531.000 \text{ metros} = 1.531,0 \times 10^3 \text{ m} \\ \text{Norte: } & 5,078 \times 10^5 \text{ metros} = 507,8 \times 10^3 \text{ m} \end{aligned}$$

2º: realizar a soma

$$\begin{aligned} & 2.134,0 \times 10^3 \text{ m} + 3.692,0 \times 10^3 \text{ m} + 1.531,0 \times 10^3 \text{ m} + 1.379,2 \times 10^3 \text{ m} + 507,8 \times 10^3 \text{ m} = \\ & = (2.134,0 + 3.692,0 + 1.531,0 + 1.379,2 + 507,8) \times 10^3 \text{ m} = 9.244,0 \times 10^3 \text{ m} \end{aligned}$$

- b) Considerando que a unidade mais adequada para representar o valor obtido no item "a" é o quilometro, qual a extensão total de gasodutos no Brasil em km?

A transformação de metros para quilômetros é feita dividindo-se o valor por 1.000, isto é, por 10^3 .

Logo o resultado em km será: 9.244,0 km.

Professor: reforçar que a unidade de medida adotada deve estar em consonância com a situação. Seria um pouco inconveniente representar os resultados em metros, pois os valores em km apresentam menor quantidade de dígitos e facilitam o processo de "imaginação" do quanto representaria essa distância. Destacar que a utilização das potências visa facilitar as operações, principalmente quando não temos uma calculadora em mãos.

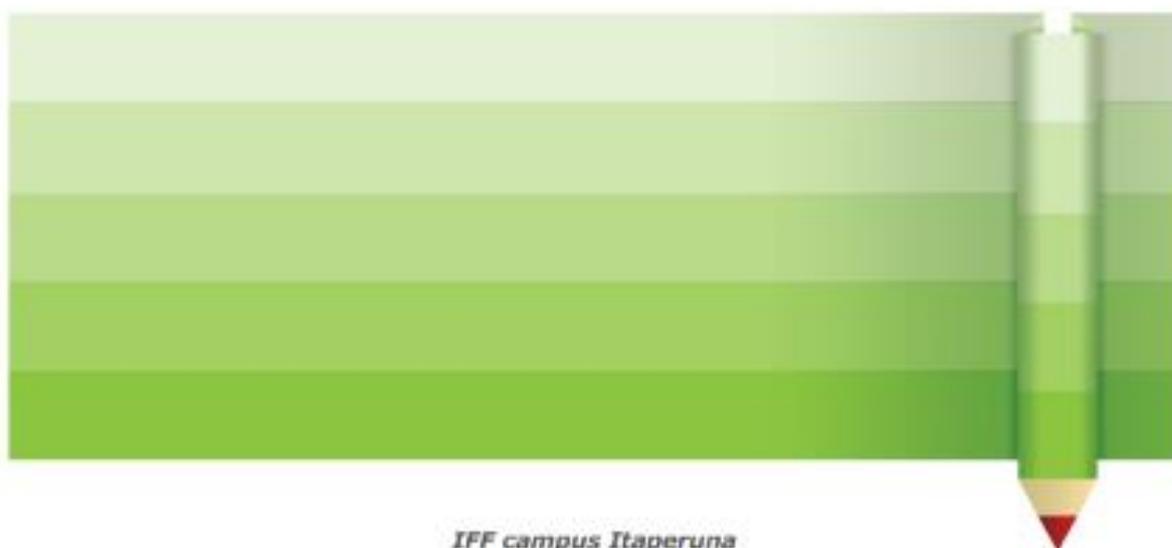
ANEXOS

ANEXO A – Ementa da disciplina de “Metrologia Dimensional” antes da revisão do PPC (em vigor até 2019)



Projeto Pedagógico

do Curso Técnico Concomitante ao Ensino Médio
em Mecânica



IFF campus Itaperuna
Itaperuna/RJ

2017

Curso Técnico Concomitante ao Ensino Médio em Mecânica**Componente Curricular: Metrologia Dimensional****Carga Horária Semestral: 60 h/a****Carga horária Semanal: 3 h/a****Módulo: I****Ementa**

Histórico da Metrologia, Conceitos Básicos em Metrologia e Sistemas de Medidas (Métrico/ Inglês); Estudo sobre conversão de unidades; Noções sobre tolerância; Critérios de seleção de instrumentos de medição; Estudo teórico e prático sobre Régua Graduada; Paquímetros, Micrômetros, Transferidor Universal e Calibradores.

Objetivos

- Conhecer as Fases Históricas da Metrologia.
- Conceituar Metrologia, Medição, Precisão, Resolução, Calibração, Ajuste, Tolerância, Incerteza.
- Conhecer Sistemas de Medidas e Conversões de Unidades;
- Estabelecer critérios para seleção de Instrumentos de Medida;
- Calcular a resolução dos Instrumentos de Medida
- Reconhecer a nomenclatura, funcionamento e efetuar medições com régua graduada, paquímetros, micrômetros, transferidor universal e calibradores.

Conteúdo

I – HISTÓRICO**II – CONVERSÃO DE UNIDADES**

- 1 – Sistema métrico
- 2 – Sistema inglês

III – TERMINOLOGIA, CONCEITOS FUNDAMENTAIS

- 1 – Medição direta
- 2 – Medição Indireta
- 3 – Erros (grosseiros, sistemáticos, absoluto, relativo, percentual)
- 4 – Exatidão e precisão

IV – QUALIDADE

- 1 – Normas de calibração
- 2 – Blocos padrão
- 3 – Tolerância e ajuste (sistemas ABNT/ISO)

V – CALIBRADORES E VERIFICADORES

- 1 – Calibrador tampão para furos
- 2 – Calibrador de bocas separadas

- 3 - Calibrador ajustável de bocas
- 4 - Calibrador tampão e anéis cônicos
- 5 - Calibrador de rosca
- 6 - Calibrador regulável de rosca
- 7 - Régua de controle (fio retificado, triangula plana, superfície plana)
- 8 - Esquadro de precisão
- 9 - Fieira
- 10 - Gabaritos
- 10.1 - Canivete de folga
- 10.2 - Canivete de raio
- 10.3 - Canivete de ângulos
- 10.4 - Canivete de roscas

VI - INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO

- 1 - Régua Graduada, metro e trena
- 1.1 - Nomenclatura
- 1.2 - Tipos e características
- 1.3 - Leitura no sistema métrico e inglês
- 1.4 - Cuidados de armazenamento e manutenção
- 2 - Paquímetro
- 2.1 - Tipos e características
- 2.2 - Princípio de Vernier
- 2.3 - Cálculo de Resolução
- 2.4 - Leitura no sistema métrico (R: 0,1mm / 0,05 e 0,02mm), e leitura no Sistema Inglês (R: 0,001" / 1"/128)
- 2.5 - Cuidados de armazenamento e manutenção
- 2.6 - Aula prática
- 3 - Micrômetro
- 3.1 - Tipos e características
- 3.2 - Princípio de funcionamento
- 3.3 - Cálculo de resolução
- 3.4 - Leitura no Sistema Métrico (R: 0,01mm e 0,001mm) e leitura no Sistema Inglês (R: 0,001" e 0,0001")
- 3.5 - Cuidados de armazenamento e manutenção
- 3.6 - Aula prática
- 4 - Relógios comparadores
- 4.1 - Tipos e características
- 4.2 - Mecanismos de amplificação
- 4.3 - Princípio de funcionamento
- 4.4 - Método de Leitura
- 4.5 - Cuidados de armazenamento e manutenção
- 4.6 - Aula prática
- 5 - Transferidor Universal/Goniômetro
- 5.1 - Aplicações
- 5.2 - Princípio de funcionamento
- 5.3 - Método de leitura
- 5.4 - Cuidados de armazenamento e manutenção
- 5.5 - Aula prática
- 6 - Projetor de perfil
- 6.1 - Aplicações

- 6.2 – Princípio de funcionamento
- 6.3 – Método de leitura
- 6.4 – Cuidados de armazenamento e manutenção

Obs: carga horária prática - 10h/a

Referência Básica

- **Autores:** Reinaldo Gomes Santana
- **Título:** Metrologia
- **Editora:** LT

- **Autores:** Armando Albertazzi G. Jr. e André R. de Souza
- **Título:** Fundamentos de Metrologia – Científica e Industrial
- **Editora:** Manole, 2008

- **Autores:** João Cirilo da Silva Neto
- **Título:** Metrologia e Controle Dimensional – Conceitos, Normas e Aplicações
- **Editora:** Campus, 2012

Referência Complementar

- **Apostila de Metrologia Dimensional do Telecurso 2000.**
- **Catálogos de Fabricantes de Instrumentos**

- **Autores:** Francisco Adval de Lira
- **Título:** Metrologia – Conceitos e Práticas de Instrumentação
- **Editora:** Érica, 2014

- **Autores:** Francisco Adval de Lira
- **Título:** Metrologia na Indústria
- **Editora:** Érica, 2011

ANEXO B – Ementa da disciplina de “Metrologia Dimensional” em vigor, após a revisão do
PPC.



**INSTITUTO
FEDERAL**
Fluminense

**Projeto Pedagógico do
Curso Técnico em
Mecânica Concomitante
*Campus Itaperuna***

**Itaperuna/RJ
2019**

CURSO:	TÉCNICO EM MECÂNICA
CAMPUS:	ITAPERUNA-RJ

Módulo	Disciplina	Aulas Semanais	Carga Horária
1º	Metrologia Dimensional	3	60 horas aula

EMENTA

Introdução; Revisão de Matemática; Sistema Internacional de Unidades; Terminologia; Instrumentos de Medição; Sistemas de Ajustes e Tolerâncias.

OBJETIVO

Relacionar os diversos sistemas de medição na elaboração de avaliações dimensionais de componentes mecânicos.

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

<i>Item</i>	<i>Tópico</i>	<i>Conteúdo</i>
1	INTRODUÇÃO	Histórico; Aplicações da Metrologia; Conceitos Fundamentais para Metrologia.
2	REVISÃO DE MATEMÁTICA	Algarismos Significativos e Regras de Arredondamento; Operações Matemáticas Fundamentais; Potências de Base 10.
3	SISTEMAS DE UNIDADES	Unidades de Medida; Sistema Internacional e Sistema Inglês; Conversão de Unidades de Medidas entre Sistemas de Unidades.
4	TERMINOLOGIA	Terminologia da Metrologia; Medição, Exatidão e Precisão; Erros, Aproximações e Arredondamentos; Vocabulário Internacional de Metrologia.
5	INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO	Régua Graduada; Trenas; Paquímetros; Micrômetros; Relógios; Outros Instrumentos de Medição (Calibradores, Torquímetro, Esquadro, Nível, Goniômetro, etc); Prática de Laboratório com Instrumentos de Medição.
6	SISTEMAS DE AJUSTES E TOLERÂNCIAS	Tolerância Dimensional; Ajustes; Sistema de Tolerância e Ajustes ABNT/ISO.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

CUNHA, Lauro Salles. CRAVENCO, Marcelo Padovani. **Manual prático do Mecânico**. 1 ed. São Paulo: Hemus, 2006.

LIRA, Francisco Adval de. **Metrologia na Indústria**. 6 ed. São Paulo: Érica, 2007.

BIBLIOGRAFIA BASICA

SILVA NETO, João Cirilo da. **Metrologia e Controle Dimensional**. 2 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

AGOSTINHO, Oswaldo Luiz. **Tolerâncias, ajustes, desvios e análise de dimensões**. 1 ed. São Paulo: Blucher, 1977.

BEGA, Egidio Alberto. **Instrumentação Industrial**. 3 ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011.

BOLTON, William; VIDAL, Luiz Roberto de Godoi. **Instrumentação e Controle**. 1 ed. São Paulo: Hemus, 2002.

FIALHO, Arivelto Bustamante. **Instrumentação Industrial**. 7 ed. São Paulo: Érica, 2012.

SOISSON, Harolda E. **Instrumentação Industrial**. 1 ed. Curitiba: Hemus, 2002.