



PROJETO DE ENSINO: Desenvolvimento de Módulos de Curso Online na Área de Metrologia Científica e Industrial

1. Caracterização do projeto

Título:	Desenvolvimento de Módulos de Curso Online na Área de Metrologia Científica e Industrial
Carga horária total:	68 horas
Coordenador/Responsável pela proposta:	Prof. Walter Luís Mikos
Período de execução:	03/08/2020 a 23/11/2020 (17 semanas)
Público atendido:	Alunos do curso de graduação em Engenharia Mecânica e Engenharia Mecatrônica
Colaboradores internos:	Marco Antônio Przybysz (estagiário)
Colaboradores externos (se houver):	

2. Resumo do projeto



O presente Projeto de Ensino denominado como “**Desenvolvimento de Módulos de Curso Online na Área de Metrologia Científica e Industrial**” tem por finalidade: conceber, desenvolver e implementar diferentes módulos de um curso online para apoiar o processo de ensino e aprendizagem dos conceitos referentes à metrologia científica e industrial e destina-se a estudantes de engenharia mecânica e mecatrônica. Os módulos devem

<i>Revisado por:</i>	Mikos	<i>Data:</i>	08/07/2020
<i>Aprovado por:</i>	Coordenação do Curso	<i>Vigora a partir de:</i>	2º Semestre de 2020



constituir-se de um conjunto coerente de materiais didáticos de suporte, videoaulas, vídeos instrucionais, simulações computacionais, exercícios e outras atividades didáticas baseadas em metodologias ativas.

Os estudantes que participarem do projeto de ensino e cumprirem todos os requisitos previstos poderão submeter-se ao exame de suficiência de acordo com o regulamento da UTFPR.

3. Objetivos



O objetivo geral do projeto é conceber, desenvolver e implementar três (3) módulos de um curso online para apoiar o processo de ensino e aprendizagem dos principais conceitos de metrologia científica e industrial, tendo como ponto de partida a ementa e os conteúdos programáticos da disciplina de metrologia mecânica da matriz curricular dos Cursos de Engenharia Mecânica e Mecatrônica ministrada pelo Departamento Acadêmico de Mecânica do Câmpus Curitiba.

E os objetivos específicos do projeto são:

1. Criar e desenvolver um ambiente virtual integrado para os 3 módulos capaz de viabilizar o processo de ensino e aprendizagem dos conceitos de metrologia científica e industrial, de forma atrativa e eficaz destinado, especialmente, para atividades didáticas não presenciais (remotas) por meio da plataforma “*Google Classroom*”;
2. Pesquisar, organizar e disponibilizar um conjunto coerente de materiais didáticos de suporte, videoaulas, vídeos instrucionais, simulações computacionais, exercícios e outras atividades didáticas baseadas em metodologias ativas;
3. Testar os módulos desenvolvidos mediante um processo de avaliação de desempenho e intervenção pedagógica.

Revisado por:	Mikos	Data:	08/07/2020
Aprovado por:	Coordenação do Curso	Vigora a partir de:	2° Semestre de 2020



4. Justificativas



A situação imposta pela suspensão das atividades presenciais de ensino destacam a importância e urgência da adoção de ferramentas digitais para a instrumentalização eficaz do ensino remoto nas escolas e universidades. E, neste sentido, o presente projeto visa atender o OFÍCIO CIRCULAR Nº 1/2020 - GADIR-CT de 09 de junho de 2020, o qual constitui em;

“um mecanismo de sistematização e operacionalização de iniciativas e experiências didático pedagógicas para promover a educação continuada dos discentes e melhorias no processo ensino aprendizagem.”

Neste contexto, o **Ofício Circular** em questão indica ainda que:

*“os projetos de ensino envolverão, preferencialmente, as seguintes temáticas: Ensino e aprendizagem; Aprendizagem por projetos; Projetos de curso; **Formação inicial ou continuada de professores**; Inserção de tecnologias no ensino; Ação inclusiva; Integração social (escola, família, comunidade); Projeto de intervenção; Mobilidade e internacionalização; Avaliação; Gestão.”*

Dentro da perspectiva de **formação inicial de professores** é importante ressaltar que de acordo com a RESOLUÇÃO Nº 1.073, de 19 de abril de 2016, que regulamenta a atribuição de títulos, atividades, competências e campos de atuação aos profissionais registrados no **Sistema Confea / Crea** para efeito de fiscalização do exercício profissional no âmbito da **Engenharia** e da Agronomia, em especial, na Seção II - Atribuição inicial de atividades profissionais no seu Artigo 5º:

Revisado por:	Mikos	Data:	08/07/2020
Aprovado por:	Coordenação do Curso	Vigora a partir de:	2º Semestre de 2020



“Aos profissionais registrados nos Creas são atribuídas as atividades profissionais estipuladas nas leis e nos decretos regulamentadores das respectivas profissões, acrescidas das atividades profissionais previstas nas resoluções do Confea, em vigor, que dispõem sobre o assunto.”

Neste cenário, o **parágrafo 1º do Artigo 5º** da resolução indica que para efeito de fiscalização do exercício profissional dos profissionais registrados nos *Creas*, ficam designadas diversas atividades profissionais e entre as quais destaca-se a **“Atividade 08 – Treinamento, ensino, pesquisa, desenvolvimento, análise, experimentação, ensaio, divulgação técnica, extensão.”**

Portanto, todo estudante de engenharia deve possuir competências essenciais relacionados às atividades de **treinamento e ensino**, tendo em vista o exercício pleno de todas as atividades profissionais prevista na legislação federal.

5. Conteúdos programáticos envolvidos no projeto de ensino



O presente projeto de ensino deve ter como ponto de partida a disciplina:

- **Disciplina:** Metrologia Mecânica
- **Modo de Avaliação:** Nota/Conceito e Frequência
- **Modalidade da disciplina:** Semipresencial ou Não presencial
- **Carga horária:** 2 ANP ; 1 ANP - AT(Ativ. Teórica) / AP (Ativ. Prática) / ANP (Ativ. Não Pres.)

Revisado por:	Mikos	Data:	08/07/2020
Aprovado por:	Coordenação do Curso	Vigora a partir de:	2º Semestre de 2020



Os módulos a serem desenvolvidos para o curso devem considerar a ementa:

- Estudo das relações entre Metrologia Científica e Industrial e a Inovação Tecnológica e a Competitividade Industrial. Examinar as questões relacionadas à evolução da Estrutura Metrológica Internacional e Nacional. Discussão sobre os conceitos fundamentais da Metrologia Científica e Industrial e suas implicações com a avaliação da conformidade. Desenvolvimento e experimentação de procedimentos e métodos de controle para especificações geométricas (macro e micro geometrias) no contexto da metrologia dimensional. , bem como interpretar seus resultados. Estudo dos métodos para determinação da Expressão da Incerteza de Medição e Análise de Sistemas de Medição.

Os módulos a serem desenvolvidos para o curso devem considerar os seguintes conteúdo Programático:

- Sistemas de unidades; Estrutura metrológica mundial; Instrumentos de medição; Calibrações; Gestão de sistemas de medição; Medição de tolerâncias geométricas; Medição por coordenadas; Medição de Rugosidade; Incerteza de Medição.

Os módulos a serem desenvolvidos para o curso online devem considerar os seguintes objetivos de aprendizagem, ao concluir a disciplina o(a) estudante deve ser capaz de:

- explicar as relações entre Metrologia Científica e Industrial e a Inovação Tecnológica e a Competitividade Industrial, considerando: [i] a evolução da Estrutura Metrológica Internacional e Nacional; [ii] a Interpretação dos conceitos fundamentais da Metrologia Científica e Industrial e suas implicações com a avaliação da conformidade;

Revisado por:	Mikos	Data:	08/07/2020
Aprovado por:	Coordenação do Curso	Vigora a partir de:	2° Semestre de 2020



- aplicar procedimentos e métodos de controle para especificações dimensionais e geométricas (em escala macro e micro geométricas) no contexto da metrologia científica e industrial, bem como interpretar seus resultados;
- produzir dados e resultados de medição necessários para a determinação da expressão da Incerteza de Medição e Análise de Sistemas de Medição (MSA);
- determinar a Incerteza de Medição em procedimentos de calibração (processo de comprovação metrológica); bem como determinar as medidas relacionadas à exatidão e precisão;
- elaborar recomendações para uso de Sistemas de Medição;
- escolher sistemas de medição apropriados para aplicações científicas e industriais de acordo com critérios técnicos e econômicos;

Por fim, os módulos a serem desenvolvidos para o curso devem considerar a seguinte Bibliografia Básica e Complementar:

Bibliografia Básica

AUTOMOTIVE INDUSTRY ACTION GROUP - AIAG. **Análise de Sistemas de Medição MSA**. 4ªed. São Paulo: Instituto da Qualidade Automotiva, 2010.

ALBERTAZZI, Armando; SOUSA, André Roberto de. **Fundamentos de metrologia científica e industrial**. Barueri, SP: Manole, c2008. xiv, 408 p.

LIRA, Francisco Adval de. **Metrologia dimensional: técnicas de medição e instrumento para controle e fabricação industrial** 1ª ed. São Paulo: Érica, 2015. (disponível na Biblioteca UTFPR – Bases de Dados > minha biblioteca).

Metrologia. Journal at IOP Publishing in Bristol, UK. The Editorial Office at the International Bureau of Weights and Measures (BIPM) (disponível em: <https://iopscience.iop.org/journal/0026-1394>).

<i>Revisado por:</i>	Mikos	<i>Data:</i>	08/07/2020
<i>Aprovado por:</i>	Coordenação do Curso	<i>Vigora a partir de:</i>	2º Semestre de 2020



Bibliografia Complementar

PFEIFER, Tilo: **Production Metrology** / von Tilo Pfeifer. - München ; Wien : Oldenbourg, 2002
Dt. Ausg. u.d.T.: Pfeifer, Tilo: Fertigungsmesstechnik ISBN 3-486-25885-0 (disponível na
Biblioteca UTFPR – Bases de Dados > ebsco).

BUCHER, Jay L. **The Metrology Handbook** – 2nd Edition. The Measurement Quality Division,
ASQ Jay L. Bucher, PhD, Editor ASQ Quality Press Milwaukee, Wisconsin. 2012 (disponível na
Biblioteca UTFPR – Bases de Dados > ebsco).

INMETRO. **Vocabulário Internacional de Termos Fundamentais e Gerais em Metrologia**.
2012.

BIPM/IEC/IFCC/ISO/IUPAC/IUPAP/OIML. **Guia para a Expressão da Incerteza de Medição**.
Segunda Edição Brasileira, 1998.

LIRA, Francisco Adval de. **Metrologia na indústria**. 9. ed. São Paulo, SP: Érica, 2013. 256 p.
ISBN 9788536503899.

6. Modalidade, Metodologia e Infraestrutura



O presente projeto de ensino, devido ao cenário atual de suspensão das atividades, será desenvolvido totalmente na modalidade remota (ou não presencial) e destaca-se que a ferramenta a ser empregada no âmbito do projeto será a “G Suite da Google – Classroom / Meet” recomendada oficialmente pela UTFPR. E, dentro desta perspectiva, o projeto deve ser desenvolvido em 17 semanas letivas (03/08/2020 a 23/11/2020) para as quais estão previstos: uma (01) hora de atividade síncrona semanal (segunda-feira 13h00) via plataforma “G Suite da Google – Meet”; três (03) horas de atividades assíncronas, bem como a disponibilização de materiais de suporte pelo Ambiente Moodle.

Em relação à metodologia de ensino planejada para o desenvolvimento do presente projeto busca-se a adoção de práticas metodológicas ativas, em especial, a “Instrução entre

Revisado por:	Mikos	Data:	08/07/2020
Aprovado por:	Coordenação do Curso	Vigora a partir de:	2º Semestre de 2020



pares” (do inglês *Peer instruction*) que constitui-se em uma abordagem de ensino interativa e centrada no estudante que envolve a reorganização das aulas tradicionais, mudando o foco da transferência de informações para a sua assimilação conceitual e mobilização de conhecimentos, a qual foi desenvolvida e popularizada no início da década de 1990 por Eric Mazur, professor da Universidade Harvard.

Lembrando que o projeto prevê o desenvolvimento de três (03) módulos independentes, a saber: **[i] Módulo de Comprovação Metrológica; [ii] Módulo de Controle para Especificações Dimensionais e Geométricas e [iii] Módulo de Seleção e Análise de Sistemas de Medição de acordo com o Referencial AIAG-MSA.**

Ainda, do ponto de vista metodológico, a estratégia prevê que os três módulos sejam desenvolvidos simultaneamente por diferentes equipes (denominadas equipes desenvolvedoras) e, posteriormente, aplicados como suporte ao processo de ensino e aprendizagem dos demais estudantes participantes do projeto. Assim, por exemplo:

- uma equipe (desenvolvedora) será responsável pela criação e desenvolvimento do “**Módulo de Comprovação Metrológica¹**” no ambiente virtual previsto, bem como pesquisar, organizar e disponibilizar o conjunto coerente de materiais e práticas didáticas de suporte;
- os demais estudantes devem testar todos os recursos disponíveis no módulo desenvolvido, bem como demonstrar o nível de competência considerando os objetivos de aprendizagem esperados para cada módulo mediante um processo de avaliação de desempenho e intervenção pedagógica (conforme o caso).

¹ A comprovação metrológica é uma das etapas do modelo de sistema de gestão de medição apresentado na norma ABNT NBR ISO 10012 – Sistema de Gestão da Medição – Requisitos para os processos de medição e equipamento/instrumento de medição. A comprovação metrológica deve ser projetada e implementada e compreende as etapas de calibração dos equipamentos/instrumentos de medição, a verificação do equipamento/instrumento e as ações e decisões a serem tomadas.

Revisado por:	Mikos	Data:	08/07/2020
Aprovado por:	Coordenação do Curso	Vigora a partir de:	2º Semestre de 2020



Por fim, destaca-se que o resultado da avaliação final do projeto será composto por três (03) partes iguais, a saber:

1. Nível de atendimento dos objetivos específicos do projeto, ou seja: a criação e desenvolvimentos dos módulos na plataforma “*Google Classroom*” e o nível de organização e disponibilização do conjunto coerente de materiais didáticos de suporte, videoaulas, vídeos instrucionais, simulações computacionais, exercícios e outras atividades didáticas baseadas em metodologias ativas (avaliação por equipe);
2. Nível de competência demonstrada pelos demais estudantes após conclusão dos estudos a partir dos módulos desenvolvidos pela equipe, de acordo com os objetivos e resultados de aprendizagem esperados, os quais devem ser obtidos mediante um processo de avaliação de desempenho e intervenção pedagógica (avaliação por equipe);
3. Nível de competência demonstrada após conclusão dos estudos a partir dos módulos desenvolvidos pelas demais equipes, de acordo com os objetivos e resultados de aprendizagem esperados, os quais devem ser obtido mediante um processo de avaliação de desempenho e intervenção pedagógica, bem como baseado em um relatório que demonstra a contribuição individual para o desenvolvimento do módulo (avaliação individual);

<i>Revisado por:</i>	Mikos	<i>Data:</i>	08/07/2020
<i>Aprovado por:</i>	Coordenação do Curso	<i>Vigora a partir de:</i>	2° Semestre de 2020



7. Cronograma

[Divulgação e inscrições; Início do projeto; desenvolvimento; finalização e redação do relatório; entrega relatório final]



Nesta subseção apresenta-se um resumo do cronograma previsto para o desenvolvimento do projeto e destaca-se que o cronograma pode ser refinado até o início das atividades didáticas de acordo com a necessidade.

Semana	Atividade Didática	Horas
AGOSTO		
S1 03/08 a 08/08	<ul style="list-style-type: none">Definição dos membros das equipes de desenvolvimento;Apresentação da Metodologia Scrum (ver moodle);Criação e desenvolvimento dos Módulos:<ul style="list-style-type: none">a) Módulo de Comprovação Metrológica:<ul style="list-style-type: none"> ESTUDO E DISCUSSÃO DOS CONCEITOS:<ul style="list-style-type: none">Fontes de erro, resultados de medição direta, calibração de sistemas de medição, determinação da incerteza de medição em procedimentos de calibração (processo de comprovação metrológica); bem como determinação das medidas relacionadas à exatidão e precisão e construção e interpretação de diagramas de erro máximo;Análise de certificados de calibração. MATERIAL PARA APOIO (disponível no ambiente moodle):<ul style="list-style-type: none">ABNT NBR ISO 10012:2004 – Sistema de gestão de medição – Requisitos para os processos de medição e equipamentos de medição.ALBERTAZZI, Armando; Sousa, André R. Fundamentos de Metrologia Científica e Industrial. São Paulo: Editora Manole, 2008. MATERIAL PARA ESTUDOS DE CASO (disponível no ambiente moodle):<ul style="list-style-type: none">Estudo para classificação de discos;Estudo para calibração de equipamentos virtuais.b) Módulo de Controle para Especificações Dimensionais e Geométricas:<ul style="list-style-type: none"> ESTUDO E DISCUSSÃO DOS CONCEITOS:<ul style="list-style-type: none">Uso e conservação de instrumentos convencionais, procedimentos de medição e controle de características dimensionais;Conceitos básicos relacionados à GD&T e GPS, <i>Datum</i>, <i>Datum feature</i>,	4

Revisado por:	Mikos	Data:	08/07/2020
Aprovado por:	Coordenação do Curso	Vigora a partir de:	2° Semestre de 2020



procedimentos de controle.



MATERIAL PARA APOIO (disponível no ambiente moodle):

- Mitutoyo – Manual de Uso e Conservação de Instrumentos Convencionais;
- Rolls Royce – Guide to Dimensional Measurement Equipment;
- Simuladores Desenvolvidos por Stefanelli;
- Normas ASME Y14.5: 2018 (GD&T); ISO 1101:2017 (GPS).
- Apostila Embraer – Capítulos: Introdução, Definições e Datums, Retitude, Planeza, Circularidade, Cilindricidade, Circularidade e Cilindricidade, Paralelismo, Perpendicularidade, Angularidade, Batimento Circular e Total, Perfil de Linha e Perfil de Superfície, Concentricidade, Simetria;
- Material didático para medição de textura de superfícies.



MATERIAL PARA ESTUDOS DE CASO (disponível no ambiente moodle):

- Estudos de Caso: Engenharia Reversa de peças incluindo os aspectos de GD&T e GPS e complementados com as principais cotas e tolerâncias dimensionais (tolerâncias gerais);



MATERIAL PARA ESTUDO DIRIGIDO DO SOFTWARE GOM Inspect™ (vídeo aulas disponível no ambiente moodle):

Vídeo aulas: Poligonização de Pontos; Comparação de Superfícies, Alinhamentos; Distâncias; GD&T.

Arquivos com dados de medição por coordenadas mediante metrologia óptica 3D sem contato para realização de avaliação dimensional e geométrica de peças mecânicas e interpretação.

c) Módulo de Seleção e Análise de Sistemas de Medição de acordo com o Referencial AIAG-MSA.



ESTUDO E DISCUSSÃO DOS CONCEITOS:

Análise de Sistema de Medição (*Measurement System Analysis – MSA*) desenvolvido pelo *Automotive Industry Action Group* (AIAG):

- Capítulo I - Diretrizes gerais dos sistemas de medição;
- Capítulo II - Conceitos gerais para avaliação de sistemas de medição;
- Capítulo III – Práticas recomendadas para sistemas de medição replicáveis (Determinação da Estabilidade, Tendência, Linearidade e Repetitividade e Reprodutibilidade).




MATERIAL PARA APOIO (disponível no ambiente moodle):

- AUTOMOTIVE INDUSTRY ACTION GROUP - AIAG. Measurement System Analysis – MSA. 4ª ed. Carwin Continuous Improvement. New York. 2010.
- ALBERTAZZI, Armando; Sousa, André R. Fundamentos de Metrologia Científica

Revisado por:	Mikos	Data:	08/07/2020
Aprovado por:	Coordenação do Curso	Vigora a partir de:	2º Semestre de 2020



	e Industrial. São Paulo: Editora Manole, 2008 - CAPÍTULO 11 (páginas 337 até 388).	
	 MATERIAL PARA ESTUDOS DE CASO (disponível no ambiente moodle):	
S2 10/08 a 15/08	<ul style="list-style-type: none">• Criação e desenvolvimento dos Módulos (continuação):	4
S3 17/08 a 22/08	<ul style="list-style-type: none">• Criação e desenvolvimento dos Módulos (continuação):	4
S4 24/08 a 29/08	<ul style="list-style-type: none">• Criação e desenvolvimento dos Módulos (continuação):	4
AGOSTO/SETEMBRO		
S5 31/08 a 05/09	<ul style="list-style-type: none">• Criação e desenvolvimento dos Módulos (continuação):	4
S6 07/09 a 12/09	<ul style="list-style-type: none">• Primeiro Teste de todos os recursos disponíveis nos módulos desenvolvidos, bem como demonstrar o nível de competência atingido considerando os objetivos de aprendizagem esperados para cada módulo mediante um processo de avaliação de desempenho e intervenção pedagógica (conforme o caso). Para todos os estudantes nos dois (2) módulos desenvolvidos por outras equipes.	4
S7 14/09 a 19/09	<ul style="list-style-type: none">• Primeiro Teste de todos os recursos disponíveis nos módulos desenvolvidos (continuação);	4
S8 21/09 a 26/09	<ul style="list-style-type: none">• Primeiro Teste de todos os recursos disponíveis nos módulos desenvolvidos (continuação);	4
SETEMBRO/OUTUBRO		
S9 28/09 a 03/10	<ul style="list-style-type: none">• Primeiro Teste de todos os recursos disponíveis nos módulos desenvolvidos (continuação);	4
S10 05/10 a 10/10	<ul style="list-style-type: none">• Primeiro Teste de todos os recursos disponíveis nos módulos desenvolvidos (continuação);	4
S11 12/10 a 17/10	<ul style="list-style-type: none">• Avaliação e intervenção do Primeiro Teste de todos os recursos disponíveis nos módulos desenvolvidos.	4
S12 19/10 a 24/10	<ul style="list-style-type: none">• Segundo Teste de todos os recursos disponíveis nos módulos desenvolvidos, bem como demonstrar o nível de competência atingido considerando os objetivos de aprendizagem esperados para cada módulo mediante um processo de avaliação de desempenho e intervenção pedagógica (conforme o caso). Para todos os estudantes nos dois (2) módulos desenvolvidos por outras equipes.	4
S13	<ul style="list-style-type: none">• Segundo Teste de todos os recursos disponíveis nos módulos desenvolvidos	4

Revisado por:	Mikos	Data:	08/07/2020
Aprovado por:	Coordenação do Curso	Vigora a partir de:	2º Semestre de 2020



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Diretoria de Graduação e Educação Profissional
Câmpus Curitiba



26/10 a 31/10	(continuação);	
NOVEMBRO		
S14 02/11 a 07/11	<ul style="list-style-type: none">Segundo Teste de todos os recursos disponíveis nos módulos desenvolvidos (continuação);	4
S15 09/11 a 13/11	<ul style="list-style-type: none">Segundo Teste de todos os recursos disponíveis nos módulos desenvolvidos (continuação);	4
S16 16/11 a 21/11	<ul style="list-style-type: none">Segundo Teste de todos os recursos disponíveis nos módulos desenvolvidos (continuação);	4
S17 23/11 a 27/11	<ul style="list-style-type: none">Segundo Teste de todos os recursos disponíveis nos módulos desenvolvidos (continuação);Fechamento das atividades e avaliação final.	4

Revisado por:	Mikos	Data:	08/07/2020
Aprovado por:	Coordenação do Curso	Vigora a partir de:	2º Semestre de 2020