



## PLANO DE ENSINO

### 1. IDENTIFICAÇÃO

Componente Curricular:	COMUNICAÇÕES ÓPTICAS						
Unidade Ofertante:	FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA						
Código:	FEELT36807	Período/Série:	8º PERÍODO	Turma:	U		
Carga Horária:				Natureza:			
Teórica:	45	Prática:	15	Total:	60	Obrigatória( ):	Optativa( )
Professor(A):	Pedro Luiz Lima Bertarini				Ano/Semestre:	2026/1	
Observações:							

### 2. EMENTA

Fibras ópticas, Fontes ópticas, Fotodetectores, Funcionamento de sistemas ópticos, Conceitos e componentes WDM, Amplificadores Ópticos, Efeitos não lineares e Redes ópticas.

### 3. JUSTIFICATIVA

Essa componente curricular é importante para o aluno do curso de Engenharia Eletrônica e de Telecomunicações, pois apresenta os fundamentos de sistemas de comunicações ópticas, atualmente amplamente utilizados para suprir as demandas por largura de banda dos usuários de sistemas de telecomunicações. Além do conhecimento técnico mais associado ao projeto de sistemas de comunicações ópticos, o estudante deve melhorar sua capacidade de utilizar a matemática e a física para modelagem, pesquisar por soluções tecnológicas atuais e trabalhar em equipe para a resolução de projetos.

### 4. OBJETIVO

Ao final do curso o estudante deverá ser capaz de analisar tecnologias e projetos de sistemas de comunicações ópticos.

Entre as competências a serem desenvolvidas no estudante destacam-se:

- 1) Ser capaz de utilizar técnicas adequadas de observação, compreensão, registro e análise das necessidades dos usuários e de seus contextos sociais, culturais, legais, ambientais e econômicos;
- 2) Formular, de maneira ampla e sistêmica, questões de engenharia, considerando o usuário e seu contexto, concebendo soluções criativas, bem como o uso de técnicas adequadas;
- 3) Ser capaz de modelar os fenômenos, os sistemas físicos e químicos, utilizando as ferramentas matemáticas, estatísticas, computacionais e de simulação, entre outras;

- 4) Prever os resultados dos sistemas por meio dos modelos;
- 5) Conceber experimentos que gerem resultados reais para o comportamento dos fenômenos e sistemas em estudo;
- 6) Verificar e validar os modelos por meio de técnicas adequadas;
- 7) Ser capaz de conceber e projetar soluções criativas, desejáveis e viáveis, técnica e economicamente, nos contextos em que serão aplicadas;
- 8) Projetar e determinar os parâmetros construtivos e operacionais para as soluções de Engenharia;
- 9) Ser capaz de expressar-se adequadamente, seja na língua pátria ou em idioma diferente do Português, inclusive por meio do uso consistente das tecnologias digitais de informação e comunicação (TDICs), mantendo-se sempre atualizado em termos de métodos e tecnologias disponíveis;
- 10) Ser capaz de interagir com as diferentes culturas, mediante o trabalho em equipes presenciais ou a distância, de modo que facilite a construção coletiva;
- 11) Gerenciar projetos e liderar, de forma proativa e colaborativa, definindo as estratégias e construindo o consenso nos grupos;
- 12) Ser capaz de assumir atitude investigativa e autônoma, com vistas à aprendizagem contínua, à produção de novos conhecimentos e ao desenvolvimento de novas tecnologias;
- 13) Aprender a aprender.

## 5. **PROGRAMA**

### **1 Fibras ópticas**

- 1.1. Modos em fibras ópticas
- 1.2. Tipos de fibras ópticas
- 1.3. Equação transcendental
- 1.4. Propagação em fibras ópticas
- 1.5. Degradação do sinal guiado: dispersão e atenuação

### **2. Fontes ópticas**

- 2.1. Tópicos de física de semicondutores
- 2.2. Diodos emissores de luz (LEDs)
- 2.3. Diodos LASER

### **3. Fotodetectores**

- 3.1. Princípios físicos dos fotodetectores
- 3.2. Tipos de fotodetectores
- 3.3. Ruídos em fotodetectores

### **4. Funcionamento de sistemas ópticos**

- 4.1. Operação fundamental do receptor óptico
- 4.2. Desempenho do receptor óptico: probabilidade de erro, sensibilidade do receptor e diagrama de olho
- 4.3. Links digitais
- 4.4. Links analógicos

### **5. Conceitos e componentes WDM**

- 5.1. Panorama WDM
- 5.2. Acopladores ópticos passivos
- 5.3. Isoladores e circuladores
- 5.4. Filtros ópticos
- 5.5. Moduladores ópticos
- 5.6. Componentes ativos
- 6. Amplificadores Ópticos**
- 6.1. Tipos de amplificadores ópticos e aplicações
- 6.2. Amplificadores ópticos semicondutores
- 6.3. Amplificadores de fibra dopada com érbio
- 6.4. Ruído de amplificadores
- 6.5. SNR óptica
- 6.6. Amplificadores Raman
- 7. Efeitos não lineares**
- 7.1. Visão geral das não linearidades
- 7.2. Área e comprimento efetivos
- 7.3. Espalhamento Raman Estimulado
- 7.4. Espalhamento Brillouin Estimulado
- 7.5. Automodulação de fase
- 7.6. Modulação de fase cruzada
- 7.7. Mistura de quatro ondas
- 7.8. Solitons
- 7.9. Conversores de comprimento de onda
- 8. Redes ópticas**
- 8.1. Exemplos de redes ópticas de transporte
- 8.2. Exemplos de redes ópticas de acesso

## 6. METODOLOGIA

### • Conteúdo Programático para Atividades Teóricas Presenciais

A disciplina utiliza o Moodle ([www.moodle.ufu.br](http://www.moodle.ufu.br)) para envio de atividades e disponibilização de materiais. A inscrição no Moodle é obrigatória, poderá ser efetuada a partir do dia 09/06. Dados para inscrição:

Nome da Disciplina: GEE539 - Comunicações Ópticas

Link da disciplina: <https://www.moodle.ufu.br/course/view.php?id=6055>

chave de inscrição: gee539\_2026\_1

A disciplina usará a metodologia ativa de ensino, ou seja, o aluno participará ativamente do processo de aprendizagem. O aluno será o responsável pela própria aprendizagem. Espera-se que, estimulado pela autonomia, o aluno fique mais comprometido e participativo. O aluno aprenderá a aprender.

Em seus estudos, os alunos poderão utilizar as videoaulas da disciplina disponibilizadas no Moodle, assim como as referências bibliográficas e o material de

apoio da disciplina.

Durante as aulas presenciais será empregada a metodologia ativa de aprendizado baseado em projetos (PBL - *project based learning*) para desenvolvimento dos conteúdos da disciplina, assim como as atividades avaliativas.

As aulas teóricas serão realizadas às segundas-feiras das 08h50min às 10h40min no Bloco G da UNIPAM, sala 403 e às terças-feiras das 07h10min às 08h00min, no Laboratório de Informática do Bloco Alfa, sala 317 do 3º andar.

<b>Aula</b>	<b>Data</b>	<b>Conteúdo Teórico</b>
01-02	27/04/2026	Módulo 1: 1) Apresentação do plano de ensino, metodologia e critérios de avaliação
03	28/04/2026	Módulo 1: 1) Apresentação do plano de ensino, metodologia e critérios de avaliação
-	04/05/2026	Não haverá aula - Férias do docente Reposição no dia 08/05/2026
-	05/05/2026	Não haverá aula - Férias do docente Reposição no dia 08/05/2026
04-06	08/05/2026	Módulo 2: 1) Conceitos fundamentais de eletromagnetismo aplicado 2) Reflexão e refração de ondas em interfaces dielétricas
07-08	11/05/2026	Módulo 3: 1) Guias de ondas retangulares 2) Equação transcendental da fibra óptica
09	12/05/2026	Módulo 3: 1) Guias de ondas retangulares 2) Equação transcendental da fibra óptica
10-11	18/05/2026	Módulo 4: 1) Análise de guias de onda retangulares 2) Implementação numérica de guias de ondas retangulares
12	19/05/2026	Módulo 4: 1) Análise de guias de onda retangulares 2) Implementação numérica de guias de ondas retangulares
13-14	25/05/2026	Módulo 5: 1) História das comunicações ópticas
15	26/05/2026	Módulo 5: 1) História das comunicações ópticas
16-17	01/06/2026	Módulo 6: 1) Guias de ondas circulares 2) Diagrama de dispersão modal em guias circulares 3) Degradação do sinal em fibras ópticas: atenuação e dispersão
18	02/06/2026	Módulo 6: 1) Guias de ondas circulares 2) Diagrama de dispersão modal em guias circulares 3) Degradação do sinal em fibras ópticas: atenuação e dispersão
19-20	08/06/2026	Módulo 7: 1) Diagrama de bandas eletrônicas 2) Diodos Emissores de Luz - LEDs

21	09/06/2026	Módulo 7: 1) Diagrama de bandas eletrônicas 2) Diodos Emissores de Luz - LEDs
22-23	15/06/2026	Módulo 8: 1) LASER: propriedades, amplificação e ressonância 2) Lançamento e acoplamento de potência
24	16/06/2026	Módulo 8: 1) LASER: propriedades, amplificação e ressonância 2) Lançamento e acoplamento de potência
-	22/06/2026	Não haverá aula - Participação em congresso Reposição no dia 26/06/2026
-	23/06/2026	Não haverá aula - Participação em congresso Reposição no dia 26/06/2026
25-27	26/06/2026	Módulo 9: 1) Fotodetectores ópticos: MSM, PIN e APD 2) Receptores ópticos
28-29	29/06/2026	Módulo 10: 1) Conceitos WDM 2) Componentes WDM: acopladores, isoladores, filtros e componentes ativos
30	30/06/2026	Módulo 10: 1) Conceitos WDM 2) Componentes WDM: acopladores, isoladores, filtros e componentes ativos
31-32	06/07/2026	Módulo 11: 1) Amplificadores ópticos
33	07/07/2026	Módulo 11: 1) Amplificadores ópticos
34-35	13/07/2026	Módulo 12: 1) Efeitos não lineares em fibras ópticas
36	14/07/2026	Módulo 12: 1) Efeitos não lineares em fibras ópticas
37-38	20/07/2026	Módulo 13: 1) Redes ópticas de transporte 2) Redes ópticas de acesso
39	21/07/2026	Módulo 13: 1) Redes ópticas de transporte 2) Redes ópticas de acesso
40-41	27/07/2026	Módulo 14: 1) Projeto final
42	28/07/2026	Módulo 14: 1) Projeto final
43-44	03/08/2026	Módulo 15: 1) Atividade de Recuperação de Aprendizagem
45	04/08/2026	Módulo 15: 1) Vista de atividades avaliativas e notas

### • Conteúdo Programático para Atividades Práticas Presenciais

As aulas práticas serão realizadas às terças-feiras das 08h00min às 08h50min no Laboratório de Informática Ouro no Bloco G da UNIPAM, sala 402.

<b>Aula</b>	<b>Data</b>	<b>Conteúdo Teórico</b>
01	28/04/2026	Apresentação do plano de ensino, metodologia e critérios de avaliação
-	05/05/2026	Não haverá aula - Férias do docente Reposição no dia 08/05/2026
02	08/05/2026	Softwares de simulação (parte 1)
03	12/05/2026	Softwares de simulação (parte 2)
04	19/05/2026	Implementação da equação transcendental para guias retangulares
05	26/05/2026	Degradação do sinal em fibras ópticas: atenuação e dispersão
06	02/06/2026	Fontes ópticas: LEDs e LASERs
07	09/06/2026	Fotodetectores ópticos: MSM, PIN e APD Receptores Ópticos
08	16/06/2026	Componentes WDM: acopladores, isoladores, filtros e componentes ativos
-	23/06/2026	Não haverá aula - Participação em congresso Reposição no dia 26/06/2026
09	26/06/2026	Amplificadores ópticos e Efeitos não lineares em fibras ópticas
10	30/06/2026	Simulações de redes ópticas de transporte e de acesso
11	07/07/2026	Prática 1
12	14/07/2026	Prática 2
13	21/07/2026	Prática 3
14	28/07/2026	Prática 4 e 5
15	04/08/2026	Vista de atividades avaliativas e notas Vista de notas da Atividade de Recuperação de Aprendizagem

### **Conteúdo Programático para Atividades Acadêmicas Extras (AAE)**

<b>Aula</b>	<b>Data</b>	<b>Conteúdo - Atividades Acadêmicas Extras (AAE)</b>
1-9	ao longo do semestre	Estudos dirigidos sobre conteúdos e temas atuais em comunicações ópticas
1-3	ao longo do semestre	Estudos dirigidos sobre conteúdos e temas atuais em comunicações ópticas

	<b>Teórica (h-a)</b>	<b>Prática (h-a)</b>
<b>C.H Presencial Total</b>	45	15
<b>C.H. Atividades Acadêmicas Extras Total</b>	9	3
<b>C.H. Total da disciplina</b>	54	18

#### **• Atendimento**

O atendimento aos alunos da disciplina será realizado de forma presencial no Bloco Alfa, no LATUR (Laboratório de Tecnologias Urbanas e Rurais), de acordo com o seguinte planejamento: terças-feiras entre 14h e 15h, ou outro dia desde que agendado com o professor previamente.

## 7. AVALIAÇÃO

- **Aproveitamento**
- **Aproveitamento**

A avaliação de desempenho dos discentes será feita por entrega de atividades avaliativas semanais (resumo, atividade em sala e interações no fórum) e por seminários. O cronograma de atividades avaliativas e a distribuição da pontuação é apresentada.

Os resultados das avaliações serão divulgadas no Moodle em até 15 dias úteis após a sua realização e a vista de nota será marcada com os alunos, a partir da data de divulgação das notas, respeitando-se o prazo de no máximo 5 dias úteis, como previsto na Resolução do CONGRAD (Nº46/2022).

<b>DATA</b>	<b>ATIVIDADE AVALIATIVA</b>	<b>PONTUAÇÃO</b>
08/05/26	Resumo - Módulo 2 Atividades em sala - Módulo 2 Fórum - Módulo 2	1,5 pontos 3 pontos 1 ponto
11 e 12/05/26	Resumo - Módulo 3 Atividades em sala - Módulo 3 Fórum - Módulo 3	1,5 pontos 3 pontos 1 ponto
18 e 19/05/26	Resumo - Módulo 4 Atividades em sala - Módulo 4 Fórum - Módulo 4	1,5 pontos 3 pontos 1 ponto
25 e 26/05/26	Resumo - Módulo 5 Atividades em sala - Módulo 5 Fórum - Módulo 5	1,5 pontos 3 pontos 1 ponto
01 e 02/06/26	Resumo - Módulo 6 Atividades em sala - Módulo 6 Fórum - Módulo 6	1,5 pontos 3 pontos 1 ponto
08 e 09/06/26	Resumo - Módulo 7 Atividades em sala - Módulo 7 Fórum - Módulo 7	1,5 pontos 3 pontos 1 ponto
15 e 16/06/26	Resumo - Módulo 8 Atividades em sala - Módulo 8 Fórum - Módulo 8	1,5 pontos 3 pontos 1 ponto
26/06/26	Resumo - Módulo 9 Atividades em sala - Módulo 9 Fórum - Módulo 9	1,5 pontos 3 pontos 1 ponto
29 e 30/06/26	Resumo - Módulo 10 Atividades em sala - Módulo 10 Fórum - Módulo 10	1,5 pontos 3 pontos 1 ponto

06 e 07/07/26	Resumo - Módulo 11 Atividades em sala - Módulo 11 Fórum - Módulo 11 Pratica 1	1,5 pontos 3 pontos 1 ponto 4 pontos
13 e 14/07/26	Resumo - Módulo 12 Atividades em sala - Módulo 12 Fórum - Módulo 12 Pratica 2	1,5 pontos 3 pontos 1 ponto 4 pontos
20 e 21/07/26	Resumo - Módulo 13 Atividades em sala - Módulo 13 Fórum - Módulo 13 Pratica 3	1,5 pontos 3 pontos 1 ponto 4 pontos
27 e 28/07/26	Pratica 4 e 5 Projeto Final	8 pontos 14 pontos
TOTAL		100 pontos

### **Resumo dos temas da semana (1,5 pts)**

O aluno deverá pesquisar, estudar e elaborar um resumo sobre o conteúdo da semana e entregar para a avaliação do professor.

O resumo deverá ser feito a mão e entregue digitalizado.

O aluno deverá indicar quais foram as bibliografias utilizadas. O aluno poderá se basear nas notas de aulas (e videoaulas) do curso, mas não poderá ficar restrito a elas.

Não serão aceitos plágios, qualquer que seja o trecho (parágrafo ou frase). Trechos plagiados serão desconsiderados.

Serão avaliados os seguintes itens:

- Norma culta da língua portuguesa (15%)
- Organização e apresentação visual do resumo (15%)
- Clareza (20%)
- Conteúdo (50%)

O prazo de entrega será às 23:59 dos domingos antes das aulas presenciais. Não serão permitidos atrasos.

### **Atividades em sala (3,0 pts)**

Durante as aulas presenciais, o professor apresentará desafios (problemas) relativos aos conteúdos já vistos anteriormente (videoaulas, resumo e fórum).

As atividades poderão ser realizadas individualmente ou em grupos, a critério do professor.

O aluno que não estiver presente na aula presencial perderá os pontos dessa atividade.

### **Interações no Fórum (1,0 pt)**

Durante a semana os alunos deverão interagir entre si nos fóruns de cada tema.

Cada aluno deverá postar (no mínimo) uma vez em cada semana e interagir em (no mínimo) uma postagem de outro aluno.

Considera-se como interação postagens ou respostas à postagens.

Para o cálculo temporal das interações, considera-se que a semana se inicia às 00:00 da quarta-feira e se encerra às 23:59 do domingo

Os seguintes itens serão avaliados nas interações:

- Coerência com o assunto abordado (50%)
- As normas cultas da língua portuguesa (25%)
- Qualidade da interação (25%)

Unicidade da postagem - postagens repetidas serão desconsideradas.

Postagens não coerentes com o assunto ou sem qualidade serão desconsideradas.

### **Atividades práticas (20,0 pts)**

Os alunos deverão realizar as atividades práticas propostas em software de simulação de sistemas ópticos.

Serão propostas 5 atividades práticas, de acordo com roteiro fornecido pelo professor.

Os alunos entregarão o relatório da atividade prática de acordo com o roteiro de prática fornecido pelo professor.

Critérios de Avaliação dos relatórios (4 pontos)

- Norma culta da língua portuguesa (15%)
- Coerência e encadeamento de ideias (15%)
- Conteúdo (20%)
- Exatidão na resposta (50%)

### **Projeto final (14,0 pts)**

Os alunos deverão realizar um projeto final de acordo com especificações fornecidas pelo professor.

Critérios de Avaliação:

- Conteúdo (40%)
- Uso das normas cultas da língua portuguesa (15%)
- Coerência e encadeamento de ideias (15%)
- Comunicação oral (30%)

Os resultados das avaliações serão divulgadas no Moodle em até 15 dias úteis após a sua realização e a vista de nota será marcada com os alunos, a partir da data de divulgação das notas, respeitando-se o prazo de no máximo 5 dias úteis, como previsto na Resolução do CONGRAD (Nº46/2022).

## • Frequência

A frequência será aferida pela presença na aula presencial (chamada). E em relação à parte assíncrona, pela entrega das atividades avaliativas relativa às atividades assíncronas.

## • Recuperação

É necessário ter 75% de presença para ter direito a realizar a prova de recuperação e a mesma somente será aplicada para o aluno que não atingiu 60 pontos.

A recuperação consistirá de uma avaliação no valor de 100 pontos, presencial e individual. Não será permitido consulta. Será permitido o uso de calculadoras. Celulares deverão ser desligados durante a avaliação. A recuperação não terá nenhuma questão que utilize simulação.

Considerando a Média Final Parcial (MP) a nota obtida no semestre ante da recuperação e a Recuperação (REC) como acima descrita, a Nota Final da disciplina(MF) será dada pela seguinte fórmula:

$$MF = (MP)*0,6 + (REC)*0,4, \text{ sendo limitado em 60 o valor máximo de MF obtido pelo aluno em recuperação.}$$

## 8. BIBLIOGRAFIA

### Básica

- 1 - REDES ópticas de acesso em telecomunicações. 1. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016. *E-book*. Disponível em: <https://mb.ufu.br/9788595155329>. Acesso em: 30 set. 2025.
- 2 - AMAZONAS, José Roberto de Almeida. **Projeto de sistema de comunicações ópticas**. Barueri: Manole, 2005.
- 3 - KEISER, Gerd. **Comunicações por fibras ópticas**. 4. ed. Porto Alegre, AMGH Ed., 2014.

### Complementar

- 1 - AGRAWAL, G. P. **Sistemas de comunicações por fibras ópticas**. 4. ed. São Paulo: Elsevier, 2014.
- 2 - KAZOVSKY, Leonid G.; BENEDETTO, Sergio.; WILLNER, Alan E. **Optical fiber communication systems**. Boston: Artech House, 1996.
- 3 - RIBEIRO, J. **Comunicações ópticas**. 4. ed. São Paulo: Érica, 2009.
- 4 - BINH, Le Nguyen. **Optical fiber communications systems: theory and practice with MATLAB and Simulink models**. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis, 2010.
- 5 - ROGERS, A. J. **Understanding optical fiber communications**. Boston: Artech House, 2001.

## 9. APROVAÇÃO

Aprovado em reunião do Colegiado conforme Decisão Administrativa do Colegiado

anexada ao processo referenciado.

Coordenação do Curso de Graduação: \_\_\_\_\_



Documento assinado eletronicamente por **Pedro Luiz Lima Bertarini, Professor(a) do Magistério Superior**, em 20/05/2026, às 11:29, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Daniel Costa Ramos, Coordenador(a)**, em 29/05/2026, às 07:32, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://www.sei.ufu.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **7022152** e o código CRC **BE52F7A3**.

**Referência:** Processo nº 23117.004794/2026-16

SEI nº 7022152