

## PLANO DE ENSINO

### Linguagens Formais e Autômatos

#### I – Ementa

Elementos fundamentais das linguagens formais (cadeias, alfabetos e linguagens). Gramáticas. Hierarquia de Chomsky. Linguagem Regular; Linguagem Livre de Contexto; Linguagens Recursivas; Linguagens Recursivamente Enumeráveis; Linguagens Sensíveis a Contexto; Gramáticas Regulares; Gramáticas Livres de Contexto; Gramática Dependente de Contexto e Gramática Irrestrita; Autômatos finitos determinísticos e não determinísticos. Autômatos de pilha.

#### II – Objetivos gerais

Ao término desta disciplina o aluno deverá ter conhecimento das classes das Linguagens compreendidas pela Hierarquia de Chomsky. O aluno deverá conhecer as características estruturais de tais linguagens, bem como das gramáticas que as geram. O estudo das Linguagens Regulares deve desdobrar-se no estudo de expressões regulares, as quais apresentam ampla aplicação. A apresentação dos tópicos referentes a Linguagens Livres de Contexto fornece subsídios para o estudo da compilação de linguagens de programação de alto nível. Esta disciplina também tem por objetivo comparar as linguagens regulares e livres de contexto com as linguagens recursivas, mais abstratas e situadas no topo da hierarquia daquilo que é computável. Serão aduzidos os dispositivos reconhecedores das Linguagens Regulares e das Linguagens Livres de Contexto, a saber: Autômatos Finitos e Autômatos de Pilha, respectivamente.

#### III – Objetivos específicos

- Explicar como classificar uma linguagem segundo a Hierarquia de Chomsky.
- Aduzir o conceito de gramáticas regulares, livres de contexto, dependentes de contexto e irrestritas.
- Discutir o conceito de autômatos finitos e mostrar que são reconhecedores de linguagens regulares.
- Identificar uma linguagem regular representada por meio de expressões regulares e projetar autômatos finitos determinísticos e não determinísticos que realizem o reconhecimento das mesmas.
- Identificar qual linguagem regular é reconhecida por um determinado autômato finito.
- Mostrar que um autômato de pilha é um dispositivo reconhecedor de uma linguagem gerada por uma gramática livre de contexto.
- Explicar pelo menos um algoritmo de análise sintática (“top-down” ou “botton-up”).

#### IV – Competências

Descrever linguagens formais. Utilizar expressões regulares em aplicações reais. Formular e estruturar gramáticas regulares e linguagens e

gramáticas livre de contexto. Verificar aplicações das linguagens formais. Entender o conceito de autômatos determinísticos, e não determinísticos, e suas aplicações.

## **V – Conteúdo programático**

### **Módulo 1. Conceitos Fundamentais: Conjuntos e Relações**

- Conjuntos.
- Relações e Funções.
- Fecho de uma Relação e Grafos Bidirecionais.
- Conjuntos finitos e infinitos.

### **Módulo 2. Conceitos Fundamentais: Linguagens**

- Definições de Alfabeto, Cadeias, Linguagens.
- Gramática: dispositivo gerador de uma Linguagem.
- Derivação de cadeias e árvores de derivação.

### **Módulo 3. Linguagens Regulares – 1**

- Breve apresentação da Hierarquia de Chomsky.
- Definição de Linguagens Regulares.
- Gramática Regular: dispositivo gerador de uma Linguagem Regular.
- Expressões Regulares.

### **Módulo 4. Linguagens Regulares – 2**

- Autômatos finitos não determinísticos: definição formal.
- Autômatos finitos determinísticos: definição formal.
- Obtenção de Autômatos Finitos a partir da Gramática Regular.
- Obtenção da Gramática Regular a partir de Autômatos Finitos.

### **Módulo 5. Linguagens Regulares – 3**

- Equivalência entre autômatos finitos não determinísticos e determinísticos.
- O lema do Bombeamento para Linguagens Regulares.
- Minimização de Estados.

### **Módulo 6. Linguagens Regulares – 4**

- Aspectos Algorítmicos dos Autômatos Finitos.
- Máquinas de Mealy e Moore.
- Problemas decidíveis concernentes às linguagens regulares.

### **Módulo 7. Linguagens Livres de Contexto – 1**

- Definição de Linguagem Livre de Contexto.
- Definição Formal de Gramática Livre de Contexto.
- Gramática Livre de Contexto: dispositivo gerador de uma Linguagem Livre de Contexto.
- Forma Normal de Chomsky e Forma Normal de Greibach.

- Árvores de Derivação.
- Gramáticas Ambíguas.

#### Módulo 8. Linguagens Livres de Contexto – 2

- Definição Formal de Autômato de Pilha. Exemplos que mostram que o autômato de pilha é um dispositivo reconhecedor/aceitador de linguagens livres de contexto.
- Apresentação dos Teoremas que garantem a existência de autômatos com pilha; Autômato com Pilha x Número de Estados. Estados x Poder Computacional dos Autômatos com Pilha.
- O Lema do Bombeamento para Linguagens Livres de Contexto.

#### Módulo 9. Linguagens Livres de Contexto – 3

- Algoritmos de Reconhecimento (Algoritmo de Cocke-Younger-Kasami, Algoritmo de Early).
- Algoritmos para Gramáticas Livres de Contexto (“top-down” ou “bottom-up”).

#### Módulo 10. Linguagens Livres de Contexto – 4

- Observações sobre a relação entre Determinismo e Análise Sintática.
- Problemas decidíveis concernentes às linguagens livres de contexto.

#### Módulo 11. Linguagens que não são Livres de Contexto

- Linguagem Dependente de Contexto.
- Gramática Dependente de Contexto e Gramática Irrestrita.
- Linguagens Recursivas x Linguagens Recursivamente Enumeráveis x Linguagens Dependentes de Contexto.

#### Módulo 12. Conclusão da Disciplina

- Comparação entre as Classes de Linguagens na Hierarquia de Chomsky.
- O poder de expressão das Gramáticas e poder computacional dos autômatos.
- O estudo das Linguagens Regulares e Livres de Contexto como fundamento para a especificação e implementação de Linguagens de Programação (Compiladores).
- Comparação entre a natureza dos algoritmos existentes para problemas dependentes de contexto e daqueles advindos do estudo das linguagens regulares e livres de contexto.

### VI – Estratégia de trabalho

A disciplina é ministrada por meio de aulas expositivas, metodologias ativas e diversificadas apoiadas no plano de ensino. O desenvolvimento dos conceitos e conteúdos ocorre com o apoio de propostas de leituras de livros e artigos científicos básicos e complementares, exercícios, discussões em fórum e/ou *chats*, sugestões de filmes, vídeos e demais recursos audiovisuais. Com o objetivo de aprofundar e enriquecer o domínio dos conhecimentos e incentivar a pesquisa, o docente pode propor trabalhos individuais ou em grupo, palestras,

atividades complementares e práticas em diferentes cenários, que permitam aos alunos assimilarem os conhecimentos essenciais para a sua formação.

## VII – Avaliação

A avaliação é um processo desenvolvido durante o período letivo e leva em consideração todo o percurso acadêmico do aluno, como segue:

- acompanhamento de frequência;
- acompanhamento de nota;
- desenvolvimento de exercícios e atividades;
- trabalhos individuais ou em grupo;
- estudos disciplinares;
- atividades complementares.

A avaliação presencial completa esse processo. Ela é feita no polo de apoio presencial no qual o aluno está matriculado, seguindo o calendário acadêmico. Estimula-se a autoavaliação, por meio da autocorreção dos exercícios, questionários e atividades, de modo que o aluno possa acompanhar sua evolução e rendimento escolar, possibilitando, ainda, a oportunidade de melhoria contínua por meio da revisão e *feedback*.

Os critérios de avaliação estão disponíveis para consulta no Regimento Geral.

## VIII – Bibliografia

### Básica

RAMOS, Marcus Vinicius Midena; NETO, João José; VEGA, Italo Santiago. *Linguagens formais*. Porto Alegre: Bookman Companhia, 2009.

LEWIS, Harry R.; PAPADIMITRION, Christos H. *Elementos de Teoria da Computação*. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2000.

MENEZES, Paulo Blauth. *Linguagens formais e autômatos*. 2. ed. Porto Alegre, Sagra Luzzatto, 1998.

### Complementar

KOZEN, Dexter C. *Automata and Computability*. New York: Springer Verlag, 1997.

YAN, Song Y. *An Introduction to Formal Languages and Machine Computation*. New Jersey: World Scientific, 1998.

LANGE, K.-J. *Complexity and Structure in Formal Language Theory*. Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/mostRecentIssue.jsp?punumber=920>.

ROSA, J. L.G. *Linguagens formais e autômatos*. LTC, 2010.

SIPSER, Michael. *Introdução à Teoria da Computação*. São Paulo: Thomson Pioneira, 2007.