



UNIVERSIDADE
FEDERAL DO CEARÁ

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
COORDENADORIA DE PROJETOS E ACOMPANHAMENTO CURRICULAR
DIVISÃO DE DESENVOLVIMENTO CURRICULAR

FORMULÁRIO PARA CRIAÇÃO E/OU REGULAMENTAÇÃO DE DISCIPLINA

(X) **Regulamentação** (se a disciplina está prevista no Projeto Pedagógico)

() **Criação/Regulamentação** (se a disciplina não está prevista no Projeto Pedagógico)

1. Unidade Acadêmica que oferta a Disciplina (Faculdade, Centro, Instituto, *Campus*):

Centro de Ciências

2. Departamento que oferta a Disciplina (quando for o caso):

Departamento de Computação

3. Curso(s) de Graduação que oferta(m) a disciplina

Código do Curso	Nome do Curso	Grau do Curso ¹	Currículo (Ano/Semestre)	Caráter da Disciplina ²	Semestre de Oferta ³	Habilitação ⁴
95	Ciência da Computação	Bacharelado	2016.1	Optativa		

4. Nome da Disciplina:

Algoritmos Probabilísticos

5. Código da Disciplina (preenchido pela PROGRAD):

CK0191

6. Pré-Requisitos

Não ()

Sim (X)

Código

Nome da Disciplina/Atividade

CK0203

Construção e Análise de Algoritmos

7. Correquisitos

Não (X)

Sim ()

Código

Nome da Disciplina/Atividade

¹ Preencher com *Bacharelado, Licenciatura ou Tecnólogo.*

² Preencher com *Obrigatória, Optativa ou Eletiva.*

³ Preencher quando obrigatória.

⁴ Quando eletiva, preencher com a habilitação ou ênfase a que se vincula a disciplina.

8. Equivalências	Não (X)	Sim ()	
		Código	Nome da Disciplina/Atividade

9. Turno da Disciplina (é possível marcar mais de um item):

(X) Matutino (X) Vespertino () Noturno

10. Regime da Disciplina:

(X) Semestral () Anual () Modular

8. JUSTIFICATIVA

Dado um problema NP-Difícil como Satisfatibilidade, Caixeiro Viajante ou Coloração mínima de vértices, sabe-se que a obtenção de algoritmos exatos em tempo polinomial implicaria $P=NP$. Então, ao invés de algoritmos exatos, uma alternativa é buscar algoritmos aproximativos ou algoritmos probabilísticos. Um algoritmo probabilístico é um algoritmo que usa internamente algum tipo de geração aleatória e cuja resposta ou tempo de execução podem depender desse fator aleatório. Se o tempo de execução, mas não a resposta, depender do processo aleatório, dizemos que o algoritmo é um algoritmo *Las Vegas*. Caso contrário, dizemos que o algoritmo é um algoritmo *Monte Carlo*.

Um exemplo conhecido de algoritmo *Las Vegas* é o algoritmo Quick-Sort aleatório. O algoritmo Quick-Sort normal escolhe o elemento pivô de forma determinística (por exemplo, tomando o último elemento) e por isso, o seu tempo de execução no pior caso é $O(n^2)$ (quando o vetor é crescente). Para evitar tal execução ruim, basta tomar o pivô aleatoriamente, o que leva a execuções da ordem $O(n \log n)$. Um exemplo conhecido de algoritmo *Monte Carlo* é o algoritmo de Johnson para MaxSAT, onde escolhe-se V ou F para uma variável com probabilidade 50%. Existem vários exemplos de algoritmos probabilísticos eficientes para problemas NP-Difíceis.

Para analisar um algoritmo probabilístico, é interessante também saber como se comportam suas estruturas de dados em um processo aleatório. Por exemplo, é importante saber a altura máxima que uma árvore usada em um algoritmo pode alcançar. Outra questão é saber como funcionam os algoritmos dos geradores pseudo-aleatórios.

Uma vez obtido um algoritmo probabilístico, em alguns casos é possível “*desaleatorizar*” o algoritmo e obter um algoritmo determinístico com propriedades similares. Os exemplos do Quick-Sort e MaxSAT possuem versões desaleatorizadas.

Outra questão de suma importância é fazer uma análise probabilística (ou de caso médio) de algoritmos determinísticos, ou seja, considerando entradas aleatórias. São conhecidos diversos algoritmos cujo tempo de pior caso é exponencial, mas, na grande maioria dos casos, sua execução é em tempo polinomial. Como exemplos conhecidos, temos o Quick-Sort normal e um algoritmo simples para obtenção do k-ésimo mínimo elemento de um vetor.

Para se elaborar um algoritmo probabilístico, bem como fazer uma análise probabilística de um algoritmo determinístico, é imprescindível o conhecimento e aplicação de certas técnicas e ferramentas de probabilidade, como amplificação, concentração de medida, desigualdades de grandes desvios, martingais, método probabilístico, entre outros.

Outra questão de suma importância é a classificação de problemas com relação a obtenção de algoritmos probabilísticos eficientes. Dizemos que um problema de decisão é da classe BPP se existe um algoritmo probabilístico polinomial que “*acerta*” a resposta com probabilidade $2/3$. Ou seja, se a entrada satisfaz o problema, o algoritmo responde SIM com probabilidade $2/3$. Caso contrário, o algoritmo responde NÃO com probabilidade $2/3$. Existem outras classes interessantes de complexidade de problemas relacionadas a aleatoriedade, como as classes, RP e ZPP. Existem várias questões em aberto com relação ao relacionamento entre essas classes. Por exemplo, o grande problema dessa área é saber se $P=BPP$. Sabe-se que essa questão é equivalente a questão $P=NP$.

12. Objetivo(s) da Disciplina:

Introduzir os conceitos e técnicas para o desenvolvimento de algoritmos probabilísticos, para a análise probabilística de algoritmos e para classificação de problemas com relação a existência de algoritmos probabilísticos polinomiais. Com isso, espera-se que os alunos ao final do curso sejam capazes de desenvolver algoritmos probabilísticos para resolver os problemas computacionais que eventualmente possam surgir, que sejam capazes de analisar algoritmos de um ponto de vista probabilístico, bem como sejam capazes de classificar problemas computacionais com relação a existência ou não de algoritmos probabilísticos.

13. Ementa:

Notação básica, Exemplos básicos, Análise probabilística de algoritmos, Ferramentas de probabilidade, Desigualdades básicas, Desigualdades de grandes desvios, Martingais, Método probabilístico, Cadeias de Markov, Método de Monte-Carlo, Construção de algoritmos probabilísticos, Aplicações para problemas NP-Difíceis, Análise de estruturas de dados em processos aleatórios, Geradores pseudoaleatórios, Classificação de problemas.

14. Descrição da Carga Horária

Número de Semanas:	Número de Créditos:	Carga Horária Total:	Carga Horária Teórica:	Carga Horária Prática:
16	4	64	64	0

15. Bibliografia Básica (sugere-se a inclusão de, pelo menos, 03 títulos):

1. Mitzenmacher, M.; Upfal, E. Probability and computing: randomized algorithms and probabilistic analysis. Cambridge: Cambridge University Press, 2005. 370p. ISBN-13: 978-0521835404.
2. Motwani, R.; Raghavan, P. Randomized Algorithms. Cambridge: Cambridge University Press, 1995. 492p. ISBN-13: 978-0521474658.
3. Ross, S. Probability models for computer science. London: Academic Press, 2002. 288p. ISBN-13: 978-0125980517.

16. Bibliografia Complementar (sugere-se a inclusão de, pelo menos, 05 títulos – de acordo com instrumento de avaliação de Curso de Graduação, INEP/2015 ou legislação posterior):

1. Hromkovic, J. Design and Analysis of Randomized Algorithms. Springer, 2005. ISBN-13: 978-3-540-23949-9, 978-3-642-06300-8.
2. Dubhashi, D.; Panconesi, A. Concentration of measure for the analysis of randomized algorithms. Cambridge: Cambridge University Press, 2009. 212p. ISBN: 9781107606609.
3. DASGUPTA, S.; PAPADIMITRIOU, C.; VAZIRANI, U. Algoritmos. McGraw Hill, 2009. ISBN-13: 978-8577260324.
4. CORMEN, T.; LEISERSON, C.; RIVEST, R.; STEIN, C. Algoritmos – Teoria e Prática. 3o edição, Editora Campus, 2012. ISBN-13: 978-8535236996.
5. VAZIRANI, V. Approximation Algorithms. Springer, 2002. ISBN: 978-3-540-65367-7, 978-3-642-08469-0.

17. Aprovação do Colegiado do Departamento (quando for o caso)

Data de Aprovação:	<hr/> Chefe(a) do Departamento Assinatura e Carimbo
---------------------------	--

18. Aprovação do(s) Colegiado(s) de Curso(s)		
Código do Curso:	Data de Aprovação:	<hr/> Coordenador(a) do Curso Assinatura e Carimbo

19. Aprovação do Conselho da Unidade Acadêmica	
Data de Aprovação:	<hr/> Diretor(a) da Unidade Acadêmica Assinatura e Carimbo

20. Aprovação do Conselho de Ensino, Pesquisa e Extensão (Câmara de Graduação)	
Data de Aprovação:	<hr/> Presidente(a) da Câmara de Graduação Assinatura e Carimbo

Orientações para tramitação do processo:

Deve ser aberto e encaminhado processo à Pró-Reitoria de Graduação / Câmara de Graduação, contendo: 1) Ofício(s) informando a data de aprovação da criação e/ou regulamentação da(s) disciplina(s) pela Coordenação do Curso, pelo(s) Departamento(s) envolvido(s) – se for o caso – e pela Direção da Unidade Acadêmica; 2) Formulário para Criação e/ou Regulamentação de Disciplina integralmente preenchido, com assinaturas, datas e carimbos solicitados.