

# Contextualização das disciplinas básicas do BCC

Grupo Apoio ao BCC\*

Comissão de Coordenação do BCC  
Instituto de Matemática e Estatística,  
Universidade de São Paulo,  
Rua do Matão 1010, 05508–900 São Paulo, SP

25 de março de 2012

## Resumo

Com este texto a Comissão de Coordenação do BCC (CoC) pretende contextualizar às disciplinas básicas de estatística, probabilidade, álgebra, álgebra linear, teoria dos números e física presentes no currículo do Bacharelado em Ciência da Computação (BCC). A intenção é utilizar principalmente os Trabalhos de Conclusão de Curso (TCCs) para exemplificar algumas das aplicações dessas disciplinas básicas em ciência da computação.

## 1 Introdução

Nas reuniões entre alunos do BCC e professores do Departamento de Ciência da Computação (DCC) do IME-USP, frequentemente os alunos questionam a necessidade de várias disciplinas básicas tais como álgebra, cálculo, estatística, probabilidade e física no currículo do BCC. Muitos alunos se perguntam por qual motivo devem cumprir tantos créditos em disciplinas que não são oferecidas pelo DCC.

No último ano da [Grade Curricular](#) do BCC há a disciplina [MAC0499 Trabalho de Formatura Supervisionado](#). Em MAC0499 o aluno desenvolverá durante um ano um trabalho de formatura, também chamado de Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), sob supervisão de um docente do DCC. Neste texto descrevemos brevemente alguns dos TCCs de 2008, 2009 e 2010 que utilizam os conteúdos das disciplinas básicas de maneira muito clara. Todos os TCCs dos alunos do BCC desde 1999 podem ser vistos no [Depósito de TCCs](#)

---

\*Ana Luisa de Almeida Losnak, Alessandro Caló, Giuliano Salcas Olguin, Jackson José de Souza, José Coelho de Pina, Nina S. T. Hirata, Rodrigo Duarte Louro e William Alexandre Miura Gnann.

Neste texto há ainda a descrição, feita pela professora [Nina S. T. Hirata](#), da utilização de álgebra linear, cálculo diferencial integral, estatística, probabilidade e geometria em disciplinas como [MAC0460 Aprendizagem Computacional: Modelos, Algoritmos e Aplicações](#).

## 2 Estatística e Probabilidade

Os TCCs de 2007, 2008, 2009 e 2010 que utilizam disciplinas relacionadas a estatística e probabilidade de maneira mais palpável estão logo a seguir.

### Corretor Gramatical Para o Emacs

Thiago Maciel Batista, visa anexar o cogroo, que se trata de um corretor gramatical para a língua portuguesa do Brasil totalmente aplicável ao OpenOffice.org desenvolvido por estudantes da Universidade de São Paulo, ao editor de texto Emacs (que é um dos mais utilizados pelos alunos do BCC). No PLN Estático (Processamento de linguagem natural estático) modelos probabilísticos são utilizados, e com a utilização da estatística alguns problemas comuns em PLN como ambiguidade e análise da estrutura de sentenças podem ser resolvidos com mais eficácia.

### Redes tolerantes a atrasos, protocolos de disseminação e aplicações

Adriano Tabarelli e Caio Cestari Silva fazem a Análise dos protocolos de roteamento usando métodos probabilísticos. As redes de computadores evoluíram tanto ou até mais do que os próprios computadores, a mobilidade dos dispositivos conectados as redes é alta, com isso os nós móveis podem desconectarem-se ou conectarem-se a qualquer momento. Para isso diversos protocolos diferentes foram criados, dividindo-se em: probabilísticos e não-probabilísticos. Os protocolos probabilísticos se baseiam em dados estatísticos calculados, principalmente, a partir de encontros entre nós. Uma constante preocupação dos protocolos probabilísticos é de utilizar os dados da rede ao seu favor, de maneira a otimizar taxas de entrega. Para os algoritmos probabilísticos e análises de abrangência de algoritmos epidêmicos, muito de Noções de Probabilidade e Estatística foi aplicado e revisado.

### Beat'n strike

Neste trabalho, Alexandre Barbosa de Macedo, Daniel Grecco Machado e Fábio Tsuguta desenvolveram um jogo para a plataforma PC utilizando a ferramenta XNA Game Studio em conjunto com a linguagem de programação C Sharp. Noções sobre as distribuições de probabilidades foram utilizadas para estudar a codificação de Huffman (codificação de arquivos mp3), e para o algoritmo de detecção de batidas análises estatísticas foram efetuadas.

## **Vizinhanças e janelas de influência em polimorfismos de um único nucleotídeo**

André Jucovsky Bianchi aplica alguns modelos estatísticos a um certo conjunto de dados de sequenciamento genético, de forma a tentar determinar regiões do DNA com forte influência umas sobre as outras.

## **Reconhecimento hierárquico de caracteres**

No trabalho de classificação, Breno Flesch Franco e Ricardo Alexandre Bastos elaboraram um reconhecedor de caracteres matemáticos manuscritos de razoável eficiência para incorporação ao software desenvolvido pelo projeto ExpressMath. Reconhecimento de caracteres é a conversão de caracteres manuscritos para alguma codificação eletrônica. A estatística foi útil tanto na modelagem da árvore de classes implementada quanto no classificador.

## **Revisão de crenças com probabilidades imprecisas**

Nesse trabalho, Camila Mari Matsubara estudou sobre a Revisão de Crenças, uma teoria que surgiu devido à necessidade de modelar o comportamento de sistemas dinâmicos quando sofrem alteração em alguma informação do seu conteúdo. O problema é estudado aqui sob a modelagem com Probabilidades Imprecisas. Neste caso, cada crença do sistema é representada por uma sentença da Lógica Proposicional Clássica, e cada sentença está associada a um intervalo de probabilidade. Portanto o estudo dos principais axiomas que regem a teoria probabilística, e consequentemente, regem o modelo proposto neste trabalho foram de vital importância.

## **Gerenciamento de recursos para grades computacionais**

Carlos Eduardo Moreira dos Santos tem como objetivo fornecer ferramentas que permitam aos usuários das máquinas controlar a disponibilidade de seus próprios recursos na grade, minimizando o impacto que as aplicações do InteGrade possam causar. A estatística foi importante na avaliação experimental de desempenho.

## **Paralelização de um modelo integrado dos sistemas térmico e respiratório do corpo humano**

Fernando Fernandes Chaves e Leandro de Moraes estudam o modelo de Albuquerque-Neto (2009), que foi desenvolvido visando contemplar o sistema respiratório e térmico do corpo humano, foram feitas análises estatísticas no código original, com o objetivo de identificar as regiões com maior demanda por processamento, e a partir de então

foram desenvolvidas novas técnicas para otimizar os trechos de código que exigiam mais demanda, com isso o software se tornou mais eficiente.

## **Redução de ruído em áudio digital**

Fernando Raganhan Barbosa analisa o filtro de Wiener e algumas outras variações para reduzir ruído em sinais de voz. A estatística desempenha papel fundamental para tal, visto que muitas das técnicas, utilizadas neste trabalho inclusive, necessitam de informações do sinal original que normalmente são impossíveis de serem obtidas e portanto devem ser estimadas.

## **Algoritmos probabilísticos**

Gilson Evandro Fortunato Dias desenvolveu um texto sobre algoritmos probabilísticos, onde algoritmos aleatórios e alguns problemas clássicos de probabilidade são estudados e discutidos.

## **Broken soul - um jogo para Nintendo DS**

Marcos Takechi Hirata, Napoleão Nobuyuki Tateoka, Nícia Tiemy Sonoki desenvolveram um protótipo jogável para a plataforma Nintendo DS que explora as funções do touch screen em um jogo de RPG (Role-Playing Game). Foi implementado um reconhecimento de circunferências, pois no jogo para a realização do "golpe giratório" o usuário deve desenhar um círculo na tela touch do Nintendo DS, Para tal uma pesquisa com 300 alunos do IME foi feita e a partir da análise estatística dos dados recolhidos foi escolhida uma estratégia para que o reconhecimento do círculo fosse efetuado.

## **Desenvolvimento de Algoritmos para Discriminar Português Brasileiro e Europeu**

Denis Antônio Lacerda tenta criar um algoritmo que diferencie textos escritos em português brasileiro do português europeu. Para isso o algoritmo precisa detectar os padrões rítmicos contidos nas frases. O curso de Noções de Probabilidade e Processos Estocásticos foi de fundamental importância, pois apresenta o conceito das Cadeias de Markov, em que se baseia grande parte do algoritmo desenvolvido.

## **Provadores de teoremas baseados em contagem**

Eduardo Menezes de Moraes estuda alguns métodos de determinar a validade ou não de uma dada fórmula da lógica proposicional (Estudada principalmente em MAC0239 Métodos Formais em Programação). Para tal, o curso de Noções de Probabilidade e

Processos Estocásticos esclareceu algumas questões sobre análise combinatória e teoria dos conjuntos que foram utilizados nos algoritmos.

## Gene Expression Tree Classifier System for MAIGES

Xieli Zhaofu estuda a codificação dos genes do DNA, a fim de criar um sistema classificador robusto e portátil que proporciona aos usuários informações sobre classificadores e processos de seleção. As matérias de estatística contribuíram em todo o desenvolvimento visto que a classificação dos testes é o objetivo principal do projeto.

## Adequabilidade do Kepler para pacotes de Bioinformática do R

André de Melo Folli, Bruno Henrique Yoshimura e Gustavo Andrade Nery apresentam um estudo sobre a adequabilidade do software Kepler para integração com o R na execução do pacote de análise de microarray Maiges. Essa análise microarrays se trata de um tecnologia capaz de medir a expressão de milhares de genes simultaneamente. As matérias de estatística foram úteis ao trabalho, pois a análise de dados brutos e análise exploratória (do microarray) utiliza muitos modelos estatísticos. Para medir a precisão dos dados obtidos e para analisar possíveis ruídos de leitura, os conceitos estatísticos também foram amplamente utilizados.

## Uma ferramenta morfométrica

Heitor Lellis Nicolliello desenvolveu uma ferramenta que possibilita a extração de características de imagens de ovos para estudos morfométricos. este trabalho serviu de auxílio ao estudo proposto pelo mestrando Fábio Machado do Instituto de Biologia da USP, estudo o qual pretende quantificar a forma de ovos de maneira biologicamente significativa. Para o cálculo da medida de assimetria dos ovos, os conhecimentos adquiridos nas disciplinas de estatística foram utilizados.

## Planejamento Probabilístico

Helton Massato Kishi introduz o conceito e soluções existentes para os problemas MDP (Processos de Decisão Markovianos), que são utilizados para resolver problemas de planejamento sob incerteza. Helton implementa três algoritmos que resolvem os problemas MDP, e faz uma análise comparativa entre os três. Na disciplina de Noções de Probabilidade e Processos Estocásticos, as cadeias de Markov são apresentadas e estudadas, o que ajudou muito no entendimento dos problemas MDP, segundo Helton.

## Simuno - Sistema de Simulação Imunológica

Rodrigo Januário da Silva e Marcos Tiago Garcia da Silva, desenvolveram um software que simula, embora sem muita precisão, a parte do sistema imunológico que faz o reconhecimento do antígeno. As disciplinas de estatística são de vital importância para qualquer software de simulação, pois é preciso fazer a análise dos dados observados e obtidos com o software.

## SquidPCB - Squid-cache Pornography Content Blocker

Fernando Lemes da Silva produziu um sistema para filtragem de conteúdo impróprio em um servidor proxy, tanto na forma de imagens de pessoas nuas quanto em textos pornográficos. A matéria de Noções de Probabilidade e Processos Estocásticos foi importante pois a idéia de armanejamento é inspirada em cadeias de Markov.

## 3 Cálculo Diferencial e Integral

Nesta seção serão apresentados os TCCs de 2007, 2008, 2009 e 2010 que utilizaram as disciplinas de cálculo diferencial e integral.

### amaze Unknown

Gustavo Pinto Vilela, Itai de Avila Soares e Luiz Ricardo Romagnoli desenvolveram um jogo em que o jogador tem como objetivo escapar do cenário principal, que se trata de um labirinto, para conseguir a fuga o personagem se submete a vários tipos de mini games. As matérias de cálculo foram responsáveis, segundo o grupo, por fornecer uma boa base matemática aos alunos.

### Beat'n strike

Alexandre Barbosa de Macedo, Daniel Grecco Machado e Fábio Tsuguta desenvolveram um jogo para a plataforma PC utilizando a ferramenta XNA Game Studio em conjunto com a linguagem de programação C Sharp. Beat'n Strike tem como principal elemento a música, os obstáculos surgem na tela de acordo com a música previamente escolhida. O jogo consiste de uma arena fixa de duas dimensões. O jogador controla um objeto que pode mover-se livremente até os limites da tela. A parte de séries e sequências vista no curso de cálculo não foi aplicada diretamente, porém foi importante para entender os conceitos por trás do encoding do MP3.

## Vizinhanças e janelas de influência em polimorfismos de um único nucleotídeo

André Jucovsky Bianchi aplica alguns modelos estatísticos a um certo conjunto de dados de sequenciamento genético, de forma a tentar determinar regiões do DNA com forte influência umas sobre as outras. Derivadas parciais foram utilizadas para a execução deste trabalho.

## Redução de ruído em áudio digital

Fernando Raganhan Barbosa analisa o filtro de Wiener e algumas outras variações para reduzir ruído em sinais de voz. A transformação de Fourier é parte chave do ferramental de processamento de sinais.

## O método probabilístico e algumas aplicações

Lucas Mendes Marques Gonçalves leu o livro "O método probabilístico" e descreve sobre três tópicos do livro: Grafos Aleatórios; O Teorema de Shannon e Geometria Computacional. Segundo Lucas cálculo diferencial e integral é absolutamente essencial para o raciocínio assintótico.

## Casamento de formas com o descritor Shape Context

Diego Mira David discute e implementa alguns algoritmos para casamento de formas baseados no descritor shape context. Um descritor de uma forma é uma representação computacional que contém informação sobre as características da forma, um descritor é usado principalmente para distinguir formas diferentes. Segundo Diego, o cálculo diferencial e integral é importante pois em todas as grandes áreas de pesquisa da computação, são utilizadas as derivadas e integrais.

## Simulação de Movimento Browniano

Luiz Fernando Oliveira Corte Real desenvolveu um software capaz de simular com eficiência e em tempo real o movimento browniano, que é o tipo de movimento realizado por uma molécula imersa num fluido. Foi necessário parametrizar uma superfície e calcular seus vetores normais, tarefa muito estudada nos cursos de cálculo diferencial e integral.

## Projeto Colméia Zumbido

Leandro Inácio de Oliveira Bororo e Rodrigo di Lorenzo Lopes desenvolveram um módulo que atende ao requisito de exportação de dados bibliográficos existentes no sistema

atual (2007) da biblioteca do IME. Segundo Rodrigo os cursos de cálculo abriram uma outra visão dos outros cursos oferecidos pelo IME.

## Moving Bob

Guilherme Fernandes Otranto e Thomas Rodrigues Gomes criaram uma ferramenta que facilita o desenvolvimento da parte gráfica de jogos, com o objetivo de diminuir o tempo gasto pelos programadores, nos detalhes gráficos avançados. As matérias de cálculo, segundo Guilherme, aumentaram muito a capacidade e paciência de atacar um problema que não se sabe a resposta até chegar a uma resposta.

## 4 Álgebra

A seguir estão listados os TCCs de 2007, 2008, 2009 e 2010 que usufruem dos conhecimentos das diversas áreas da álgebra, álgebra linear e teoria dos números.

## amaze Unknown

Gustavo Pinto Vilela, Itai de Avila Soares e Luiz Ricardo Romagnoli desenvolveram um jogo em que o jogador tem como objetivo escapar do cenário principal, que se trata de um labirinto, para conseguir a fuga o personagem se submete a vários tipos de mini games. Neste projeto a álgebra linear é a base para o tratamento da colisão da bolinha com o labirinto no mini-game, utilizada para encontrar os vetores e ângulos da colisão por exemplo. o conceito dos quatérnios, visto em álgebra II, foi aplicado na modelagem da rotação da bolinha no mini-game.

## Folhas ao vento

João Pedro Kerr Catunda, criou um simulador físico em tempo real que obteve sucesso em simulações de cenas com resistência do ar, vento e atração gravitacional. tal simulador tem como objetivo obter uma animação realista que possa vir a ser usada como plano de fundo de outra aplicação. A Álgebra Linear consolidou a operação com vetores, utilizados para a representação das forças físicas.

## Beat'n strike

Alexandre Barbosa de Macedo, Daniel Grecco Machado e Fábio Tsuguta desenvolveram um jogo para a plataforma PC utilizando a ferramenta XNA Game Studio em conjunto com a linguagem de programação C Sharp. Beat'n Strike tem como principal elemento a música, os obstáculos surgem na tela de acordo com a música previamente escolhida. O jogo consiste de uma arena fixa de duas dimensões. O jogador controla um objeto



que pode mover-se livremente até os limites da tela. No desenvolvimento de jogos os conceitos de manipulação de vetores no espaço é essencial, auxiliando principalmente na parte gráfica: Norma, produto escalar, etc.

## **Visocor - Sistema de acessibilidade visual**

Este TCC, de André Shoji Asato e Rafael de O. Lopes Gonçalves, tem como objetivo, providenciar acessibilidade sob demanda, de maneira pervasiva, a deficientes visuais para cores de modo que possam realizar algumas tarefas que não seriam capazes devido a deficiência. Todas as transformações e operações usadas neste trabalho usam o fato de uma cor ser um ponto num espaço vetorial de três dimensões.

## **Reconhecimento hierárquica de caracteres matemáticos**

Breno Flesch Franco e Ricardo Alexandre Bastos elaboraram um reconhecedor de caracteres matemáticos manuscritos de razoável eficiência para incorporação ao software desenvolvido pelo projeto ExpressMath. Reconhecimento de caracteres é a conversão de caracteres manuscritos para alguma codificação eletrônica. A noção de espaços vetoriais e projeção utilizada durante a seleção de características, além das decomposições usadas para acelerar o algoritmo, foram contribuições da álgebra linear para este trabalho.

## **Reconstrução e síntese de cenários tridimensionais a partir de imagens estereoscópicas**

Daniel Ferreira Santos e Eduardo Bretones Mascarenhas Apolinário construíram um software capaz de realizar a seguinte tarefa: a partir da análise de duas imagens estereoscópicas, obter um cenário tridimensional e sintetizar objetos no cenário criado. para o cálculo da profundidade a álgebra linear foi muito utilizada.

## **Redução de ruído em áudio digital**

Fernando Raganhan Barbosa analisa o filtro de Wiener e algumas outras variações para reduzir ruído em sinais de voz. Sinais digitais são grandes vetores reais, fazendo com que a álgebra linear faça parte da análise de diversas técnicas.

## **Análise de algoritmos de aproximação utilizando o método dual-fitting**

Leonardo Marchetti descreve um sofisticado método para analisar algoritmos de aproximação para problemas de otimização chamado dual-fitting e apresenta algumas aplicações desse método. As matérias de álgebra, segundo Leonardo, foram fundamentais

para o entendimento de como se realizar demonstrações matemáticas complexas e para o entendimento do método dual-fitting, que é totalmente dependente dos conceitos da programação linear.

## **O método probabilístico e algumas aplicações**

Lucas Mendes Marques Gonçalves leu o livro "O método probabilístico" e decore sobre três tópicos do livro: Grafos Aleatórios; O Teorema de Shannon e Geometria Computacional. O teorema de Bezout, visto no curso de álgebra I foi utilizado nessa monografia, assim como muitos elementos da álgebra linear são utilizados nos problemas de geometria computacional.

## **Broken Soul - Um jogo para Nintendo DS**

Marcos Takechi Hirata, Napoleão Nobuyuki Tateoka e Nícia Tiemy Sonoki desenvolveram um protótipo jogável para a plataforma Nintendo DS que explora as funções do touch screen em um jogo de RPG (Role-Playing Game). além de criar uma interface gráfica agradável de se ver. Modelagens matemáticas foram constantes nos projetos, conceitos como normas e produtos vetoriais foram de vital importância.

## **Problemas de deslocamento no plano em geometria computacional**

Natan Costa Lima estuda algoritmos e estruturas de dados para problemas de deslocamento no plano. Através de vários exemplos sobre tais problemas, fica clara a utilidade da álgebra linear para que uma solução seja encontrada.

## **Portais renderizáveis em 3D**

Omar Mahmoud Abou Ajoue implementa um jogo 3D em primeira pessoa, que permite ao jogador criar portais que o ajude a resolver enigmas, com propriedades similares às do jogo Portal. A álgebra linear foi muito útil para o entendimento de como funcionam espaços 3D e como seriam dadas as operações em tais espaços.

## **Casamento de formas com o descritor Shape Context**

Diego Mira David discute e implementa alguns algoritmos para casamento de formas baseados no descritor shape context. Um descritor de uma forma é uma representação computacional que contém informação sobre as características da forma, um descritor é usado principalmente para distinguir formas diferentes. Vetores e planos em 3 dimensões dentre outros conceitos vistos em álgebra linear foram importantes para o desenvolvimento do trabalho.

## Simulação de Movimento Browniano

Luiz Fernando Oliveira Corte Real desenvolveu um software capaz de simular com eficiência e em tempo real o movimento browniano, que é o tipo de movimento realizado por uma molécula imersa num fluido. Segundo Luiz, muitos dos conceitos de álgebra linear foram utilizados em computação gráfica e simulação.

## Algoritmos de Aproximação e Problemas com Sequências

Rafael Crivellari Saliba Schouery estuda algoritmos de aproximação, principalmente o de GREDDY. No curso de Álgebra I, segundo Rafael, ele aprendeu ferramentas muito importantes como as provas por indução por exemplo.

## Criptografia Pós-Quântica com Códigos Corretores de Erros

Rafael Misoczki estuda como a computação quântica, que está se tornando cada vez mais viável, pode fazer com que os sistemas de criptografia considerados atualmente seguros se tornem totalmente inseguros. Para isso ele descreve e implementa o Sistema Criptográfico McEliece. Durante os cursos de Álgebra I e II vários conceitos imprescindíveis para criptografia como corpos finitos, anéis polinomiais entre outros foram apresentados.

## O problema da subsequência comum máxima sem repetições

Christian Tjandraatmadja desenvolve um algoritmo para a comparação entre dois genomas. A maneira que a comparação é feita compara a subsequência comum de comprimento máximo, pertencente aos dois genomas. O algoritmo desenvolvido por Christian é baseado na técnica branch and cut. As matérias de álgebra foram importantes, segundo christian, para o aprendizado de conceitos matemáticos usados durante todo o projeto.

## Cálculo do grupo de Galois de um polinômio irreduzível.

Danilo Elias Castro estuda o algoritmo e desenvolve um software que fornece o grupo de Galois de qualquer polinômio mônico irreduzível com coeficientes inteiros, de grau menor ou igual a 7. A disciplina de Álgebra II foi fundamental tendo em vista que a teoria sobre grupos, e a teoria sobre o teorema de galois são tópicos dessa matéria.

## Moving Bob

Guilherme Fernandes Otranto e Thomas Rodrigues Gomes criaram uma ferramenta que facilita o desenvolvimento da parte gráfica de jogos, com o objetivo de diminuir o tempo gasto pelos programadores, nos detalhes gráficos avançados. A álgebra linear foi

responsável por parte da base matemática que foi utilizada para fazer o tratamento de mouse em espaço 3D e movimentação da câmera, segundo Guilherme.

## 5 Física

Abaixo listamos os TCCs de 2007, 2008, 2009 e 2010 em que as disciplinas de física foram úteis.

### amaze Unknown

Gustavo Pinto Vilela, Itai de Avila Soares e Luiz Ricardo Romagnoli desenvolveram um jogo em que o jogador tem como objetivo escapar do cenário principal, que se trata de um labirinto, para conseguir a fuga o personagem se submete a vários tipos de mini games. No tratamento das colisões e na modelagem dos fenômenos físicos dos mini-games como: o movimento da plataforma, a inércia e colisões inelásticas da bolinha, a contribuição das disciplinas de física foi de vital importância

### Folhas ao vento

João Pedro Kerr Catunda criou um simulador físico em tempo real que obteve sucesso em simulações de cenas com resistência do ar, vento e atração gravitacional. tal simulador tem como objetivo obter uma animação realista que possa vir a ser usada como plano de fundo de outra aplicação. Obviamente os cursos de física foram de fundamental importância para que a modelagem matemática fosse efetuada com precisão. Atração entre corpos, forças, gravitação, e alguns outros tópicos vistos em tais cursos foram abordados neste simulador.

### Beat'n strike

Alexandre Barbosa de Macedo, Daniel Grecco Machado e Fábio Tsuguta desenvolveram um jogo para a plataforma PC utilizando a ferramenta XNA Game Studio em conjunto com a linguagem de programação C Sharp. Beat'n Strike tem como principal elemento a música, os obstáculos surgem na tela de acordo com a música previamente escolhida. O jogo consiste de uma arena fixa de duas dimensões. O jogador controla um objeto que pode mover-se livremente até os limites da tela, e é exatamente aí que as leis da física são utilizadas para reger os movimentos e as forças que atuam sobre os corpos.

### Broken soul - Um jogo para Nintendo DS

Marcos Takechi Hirata, Napoleão Nobuyuki Tateoka e Nícia Tiemy Sonoki desenvolveram um protótipo jogável para a plataforma Nintendo DS que explora as funções

do touch screen em um jogo de RPG (Role-Playing Game). além de criar uma interface gráfica agradável de se ver. Para o desenvolvimento de Broken Soul a física foi muito importante, pois muitos conceitos de modelagem física e mecânica foram utilizados para fazer os personagens se comportarem de uma maneira mais real na hora de andar, atacar e colidir.

## Portais renderizáveis em 3D

Omar Mahmoud Abou Ajoue implementa um jogo 3D em primeira pessoa, que permita ao jogador criar portais que o ajude a resolver enigmas, com propriedades similares às do jogo Portal. Visando tornar o jogo mais realista, vários conceitos da mecânica foram utilizados.

## Simulação de Movimento Browniano

Luiz Fernando Oliveira Corte Real desenvolveu um software capaz de simular com eficiência e em tempo real o movimento browniano, que é o tipo de movimento realizado por uma molécula imersa num fluido. A formalização da física aprendida no colégio e os novos conceitos aprendidos nos cursos de física foram de extrema importância no desenvolvimento do simulador.

## Compressão de Áudio Digital

Marcio Masaki Tomiyoshi estuda diversos métodos de compressão de arquivos de som, tais arquivos, por possuírem características únicas, tem maior potencial de compressão quando comparados com todos os outros tipos de arquivos conhecidos. Foram desenvolvidos alguns compressores específicos para estes arquivos. Tópicos como: ondulatória; propriedades de ondas sonoras dentre outros vistos nos cursos de física foram muito importantes para o desenvolvimento do trabalho.

## SIMUNO - Simulação do Sistema Imunológico

Rodrigo Januário da Silva e Marcos Tiago Garcia da Silva, desenvolveram um software que simula, embora sem muita precisão, a parte do sistema imunológico que faz o reconhecimento do antígeno. A disciplina de Física I foi importante no desenvolvimento das fórmulas e algoritmos que calculam a força de atração entre aminoácidos baseado na forma, quantidade e distância.

## 6 Aprendizagem Computacional e Reconhecimento de Padrões

Dentre vários problemas tratados em disciplinas de aprendizagem computacional e reconhecimento de padrões, um deles é o *problema de classificação*. Tipicamente, consideramos que objetos a serem classificados são representados por um conjunto de características (*features*). Por exemplo, se pensarmos no problema de diagnóstico médico, o objeto pode ser o “estado de saúde de pacientes” (e por tabela, talvez o próprio paciente). As características podem ser dados do paciente tais como temperatura, pressão arterial, peso, idade, sexo, resultado de exames clínicos etc.

Do ponto de vista matemático, objetos são portanto tratados como coleção de números, valores inteiros, lógicos, categóricos, reais, matrizes etc.

No caso de classificação, o objetivo é particionar o domínio dos objetos em regiões disjuntas, de forma que cada região corresponda a uma classe. No caso de diagnóstico médico, cada região pode corresponder a uma das doenças ou ao estado "sadio". Dependendo da doença, a classificação pode considerar gradações da doença: grave, intermediário, leve, inexistente.

Novamente pensando em termos de formulação matemática, classificadores são funções de um espaço matemático (tipicamente o  $\mathbb{R}^n$ ) para um conjunto de classes, tipicamente um conjunto do tipo  $\{0, 1, 2, \dots, k\}$ , que representam as classes.

Exemplo: Seja  $X = (x_1, x_2, x_3, x_4, x_5)$  as 5 características de um objeto. Suponha que as classes são  $Y = \{0, 1, 2, 3\}$ , que poderiam ter o significado de 0 = saudável, 1 = estágio inicial, 2 = estágio intermediário, 3 = estágio avançado. Um classificador é uma função  $f$  de  $X$  em  $Y$ , ou seja,  $f(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5) = y$  para algum  $y$  em  $Y$ .

Agora, alguns conceitos básicos que são úteis para criar classificadores a partir de amostras do espaço de objetos:

### Probabilidade

O teorema de Bayes é peça chave para definir o que é chamado de *classificador de Bayes*. Isto é, se você tem conhecimento sobre a distribuição de probabilidade do espaço de objetos (note que o espaço de objetos é n-dimensional; não 1 ou 2 dimensionais) e sobre a probabilidade de cada classe, então o teorema de Bayes dá a forma do classificador com a menor taxa de erro.

Referência: Capítulo 2 de Pattern Classification, Richard Duda, Peter E Hart, David G. Stork, Second Edition, Wiley Interscience

### Estatística e Cálculo

Na prática, é quase impossível sabermos qual é a distribuição de probabilidade do espaço de objetos. Assim, em algumas situações pode-se fazer uma estimativa a partir de

um conjunto de amostras.

Nos problemas de classificação, é usual as pessoas considerarem estimação de Gaussianas (distribuição normal) por elas serem as mais estudadas. Qualquer Gaussiana é caracterizada pela média e variância (no caso de distribuição n-dimensional, a média é um vetor e não um escalar, e a variância é uma matriz). Logo o problema de estimar a distribuição reduz-se ao problema de estimar esses parâmetros.

Existem várias técnicas estatísticas para estimação de parâmetros, mas acho que a mais conhecida é a por máxima verossimilhança.

Nessas técnicas, é preciso conhecer um pouco de cálculo. Por exemplo, em máxima verossimilhança, é preciso considerar os operadores gradiente (derivadas parciais) da função densidade de probabilidade para achar o valor do parâmetro que maximiza a verossimilhança.

Indo mais além, existe a técnica de mistura de gaussianas, na qual uma distribuição multimodal qualquer é aproximada por uma composição de gaussianas...

## Geometria e Álgebra Linear

Muitas vezes não temos noção alguma sobre a função de distribuição de probabilidade associada ao espaço de objetos, ou a quantidade de amostras não é suficiente para uma boa estimação. Nesses casos, as abordagens usadas são algoritmos que dividem o espaço baseado em critérios diversos.

Por exemplo, posso simplesmente ter uma regra que consiste em particionar o espaço e seus subespaços sequencialmente por hiperplanos (retas, se o espaço de objetos for 2D) até que cada subespaço contenha amostras de uma única classe.

Isto implica algum conhecimento sobre representação de retas em espaços n-dimensionais (ou seja, hiperplanos). Uma forma útil para tal representação é a representação vetorial (um ponto no espaço, mais a normal).

Além disso, muitas vezes, para definir qual a direção adequada para fazer esses cortes, é interessante analisar o espalhamento das amostras no espaço. Nesses casos, técnicas como PCA (Principal Component Analysis) usam muita álgebra linear para encontrar as direções nas quais o espalhamento é maximizado (corresponde a fazer uma transformação linear; achar um sistema de coordenadas no qual o espalhamento é maximizado).

## Mais Cálculo

Muitos algoritmos, como as redes neurais, objetivam a minimização de uma função custo (mede, por exemplo, a diferença entre a saída da rede neural e a saída ideal esperada). Muitas vezes essas funções custo são deriváveis e portanto tem-se um problema de encontrar o mínimo de funções. Uma das técnicas usadas em redes neurais, para ajustar os parâmetros da rede, chama-se gradiente descendente e consiste em "caminhar" na função erro, em direção descendente ao gradiente mais acentuado. Para determinar tal direção,

novamente usa-se derivadas parciais...