

# Proposta para área de concurso: Mecânica Estatística de Sistemas de Informação

Nestor Caticha

Maio 2019

## 1 Breve panorama mundial

Estamos no meio de uma revolução industrial que vai mudar de forma ainda não clara a relações de produção científicas, culturais e econômicas. Em grande parte isso se deve às aplicações de Redes Neurais e outras técnicas de Inteligência Artificial (IA) nas mais variadas atividades humanas. A China investirá no desenvolvimento de IA, em particular no estudo de arquiteturas profundas, da ordem de um trilhão de dólares ( $10^{12}$ ) na próxima década. Estados Unidos, uma fração considerável disso. A Europa não fica muito atrás. O Brasil tende a ficar, como de costume, fora das grandes revoluções científicas e industriais.

Para os membros do IFUSP pode parecer que isto é uma área da Engenharia ou da Ciência de Computação. Em parte isso é verdade, mas ao observar mais detalhadamente pode se ver que os métodos atuais, independentemente de quão eficientes possam parecer, estão mais perto de uma alquimia do que da química moderna. Isso não significa que os avanços teóricos e técnicos não sejam impressionantes, pois sem dúvida a revolução não ocorre por acaso.

O Brasil não pode concorrer diretamente com esse orçamentos. Precisa portanto escolher com cuidado os meios pelos quais pode obter resultados expressivos, com cuidado, com senso de oportunidade e sem dúvida com uma certa urgência.

A Pro-reitoria de Pesquisa tem investido no esforço de organizar pesquisa na área de IA através de financiamentos e criação de redes de pesquisadores. Isso é sem dúvida necessário. Os esforços dessas pesquisas são tipicamente para fornecer soluções em áreas da atividade econômica, com a busca de resultados em escalas de tempo curtas e com objetivos de implementar aplicações de técnicas essencialmente já desenvolvidas.

A oportunidade que proponho explorar é o estudo teórico de áreas de processamento de informação neural. Com isso estariamos contribuindo para o desenvolvimento de bases teóricas que podem ajudar a alvarcar os esforços aplicados de outras áreas acadêmicas, além de permitir o estudo teórico de dinâmicas complexas, sistemas fora de equilíbrio entre outros.

O domínio econômico do mundo nas próximas décadas estará diretamente ligado a quem tiver poder de desenvolver e usar este tipo de tecnologia. O

desenvolvimento de novas tecnologias precisará passar pelo entendimento teórico do processamento de informação.

Este tipo de pesquisa é intrinsecamente interdisciplinar. O IF tem tradição de décadas de pesquisa em Mecânica Estatística. O Brasil tem tido vários professores na IFSC USP, FFCLRP USP, UFRGS, UFPE, UFRJ, UFF entre outras, com atividade de nível internacional.

## **2 Descrição detalhada do impacto que a abertura da nova vaga**

O número de alunos que estão interessados no estudo destas novas tecnologias é cada vez maior. Cursos de pósgraduação dedicados ao estudo das técnicas matemáticas, por exemplo no IME atraem alunos além da capacidade da salas. As empresas muitas vezes acabam contratando alunos no meio dos seus estudos de mestrado, que por falta de futuro claro na área acadêmica se sacrificam por salários equivalentes ao de professores doutores.

Há possibilidade de convênios com empresas que podem financiar pesquisas com aspectos experimentais de uso imediato ou aspectos teóricos de interesse científico mais de longo prazo.

Do ponto de vista de infraestrutura, o IF tem tradição em pesquisa com necessidades similares.

## **3 Descrição da área de pesquisa e sua relevância atual na área de Física**

Do ponto de vista de Física, independente das aplicações imediatas em problemas de grande impacto social e econômico, o problema de processamento de informação tem vários aspectos interessantes.

A área de sistemas complexos em Física está repleto de desafios teóricos e experimentais. O estudo de sistemas desordenados, que permeia esta área em todas as suas dimensões, permite a aplicação de metodologia e necessita novos desenvolvimentos, que estão na fronteira do conhecimento. A área de probabilidades do ponto de vista Física Matemática também tem recebido contribuições importantes das motivações sugeridas por os modelos atualmente sendo usados nas aplicações tecnológicas.

As aplicações em modelagem de sistemas biológicos neurais tem levado a um entendimento, no sentido da palavra atribuído pela comunidade da Física, de processamento sensorial periférico. O estudo de índices de complexidade correlacionados com estados de consciência clínicos permite começar a atacar problemas que menos de vinte anos atrás eram temas de ficção científica ou filosofia.

O conjunto de aplicações de métodos originários na Física Estatística de sistemas desordenados não pode ser descrito em poucas palavras, mas pode

ser medido pelo seu impacto em finanças, pesquisas operacionais, sistemas de controle e administração, análise de grandes bancos de dados.

Mais importante que isso, na minha opinião é o entendimento das propriedades da matéria na sua forma de organização mais sofisticada que conhecemos.

A separação entre experimental e teórico nesta área não segue os padrões usuais, pois os experimentos numéricos, tanto com bancos de dados reais, oriundos das mais diversas áreas, quanto de dados sintéticos, fazem parte do cotidiano do teórico.

## **4 Interfaces com grupos do IFUSP**

Há atualmente vários grupos do IFUSP que usam redes neurais na análise de dados, nas áreas de Física Médica, Fenomenologia de Partículas Elementares, Modelagem molecular, Plasma entre outras.