

## Course description

<p><b>Course Title</b> Emergent Properties: Self-Organization and Pattern Formation in Nature Propriedades Emergentes: Auto-Organização e Padrões de Formação na Natureza</p>		
<p><b>Type/Attendance Time</b> Seminar: 2 hours per week</p>	<p><b>Credit points (ECTS)</b> 3</p>	<p><b>Type of Examination</b> seminar talk</p>
<p><b>Recommended Prerequisites:</b> none</p>		
<p><b>Content</b> The phenomenon of emergence is almost omnipresent in nature. New, complex structures result from the connection of simple building blocks with their next neighbors through simple rules. Several levels of hierarchy can be built one on the other. Along a series of examples from physics, chemistry, mathematics, informatics, biochemistry and biology, this seminar intends to shed light on the underlying patterns. The following topics appear in the seminar:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• simple rules that connect building blocks create structures on a higher level of hierarchy</li> <li>• the new structure has new properties which are not those of any of the building blocks</li> <li>• the new properties result from a network of interactions between the building blocks. in order to create structures from "nothing" an energy flow through the system is required which creates the emergent properties</li> <li>• structures also can only evolve when non-linear growth processes are involved. Feedback loops are thus mandatory. Positive feedback loops result in exponential growth</li> <li>• this is where the chaos comes into play: systems which involve positive feedback loops can become chaotic in the sense that even the smallest differences in the initial conditions may be amplified to drastically different end results</li> <li>• chaotic systems produce questions concerning the predictability of the world</li> </ul> <p><b>Conteúdo</b> Os tópicos a seguir aparecem constantemente com novos contextos neste seminário:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Regras simples que conectam simples blocos de montagem levando a criação de novas estruturas com alto nível de organização;</li> <li>• A nova estrutura tem novas – emergentes – propriedades as quais não são as propriedades de nenhum dos blocos de montagem;</li> <li>• As novas propriedades são um resultado de uma rede de interações.</li> <li>• Ao invés de criar estruturas a partir de “nada”, um fluxo de energia através do sistema é necessário o qual gera as propriedades emergentes;</li> <li>• Estruturas também somente podem evoluir quando processos de crescimento não-linear estão envolvidos. <i>Loops de feedback</i> são, portanto, obrigatórios. <i>Loops de feedback</i> positivos resultam num crescimento exponencial.</li> <li>• Este é o lugar onde o caos entra em jogo: sistemas que envolvem <i>loops de feedback</i> positivos podem ficar caóticos no sentido de que mesmo as menores diferenças nas condições iniciais podem ser ampliadas para resultados finais drasticamente diferentes;</li> <li>• Sistemas caóticos levam a questões relativas à previsibilidade do mundo.</li> </ul>		