

5915756 - Introdução à Neurociência Computacional

Antônio C. Roque

24 de abril a 7 de julho, 2023

E-mail: antonior@usp.br

Código da turma no Google Classroom: miqu3cg

Link do Google Meet: <https://meet.google.com/gqk-knfe-pei>

O material também estará disponível no ambiente e-Disciplinas da USP (Moodle USP)

Tópicos

- Apresentação da neurociência computacional
- Elementos básicos de neurociência: neurônios, sinapses e circuitos neurais
- Equação de membrana e o modelo de Hodgkin-Huxley
- Modelos de neurônios baseados em condutâncias e modelos compartimentais
- Modelos reduzidos de neurônios e sua análise no espaço de fases
- Modelos de tipo integra-e-dispara e suas variantes
- Modelos de sinapses
- Modelos de redes de neurônios
- Modelos baseados em taxas de disparos
- Aprendizado e plasticidade sináptica

Metodologia

Todas as atividades da disciplina serão realizadas remotamente no período entre 24 de abril e 7 de julho de 2023 (11 semanas). As aulas da disciplina (vídeo-aulas) serão gravadas em vídeos de 30 a 60 min cada e serão disponibilizadas aos alunos semanalmente na página da turma no Google Classroom indicada no cabeçalho. A matéria de cada semana corresponderá a cerca de 3 a 6 vídeo-aulas.

Além das vídeo-aulas, notas de aula cobrindo todo o conteúdo da disciplina serão disponibilizadas na página da turma no Google Classroom.

O material da disciplina (notas de aula e vídeo-aulas) também será disponibilizado no Moodle USP da disciplina.

A menos que haja algum imprevisto, as vídeo-aulas e as notas de aula de cada semana serão disponibilizadas às segundas-feiras.

Durante todo o curso, a cada sexta-feira, das 10:00 às 12:00, haverá uma reunião do professor com os alunos pelo Google Meet (o link para as reuniões está dado no cabeçalho). O objetivo das reuniões semanais é criar um canal direto de comunicação periódica entre os alunos e o professor para que qualquer tipo de dúvida ou questões que os alunos tenham a respeito da disciplina e seu conteúdo sejam discutidas.

Todos os alunos serão contactados por e-mail pelo professor na primeira semana de aula (dia 24/04) para ficarem cientes da metodologia adotada. Isto será feito pelo envio do presente roteiro aos alunos por e-mail.

Critério de avaliação

Listas de exercícios semanais a serem resolvidas em casa de forma individual (entregues a partir da terceira semana de aula).

As listas serão disponibilizadas como arquivos pdf na página da turma no Google Classroom e no Moodle USP. As datas de entrega das listas resolvidas pelos alunos estarão indicadas nas próprias listas. As listas resolvidas pelos alunos deverão ser preparadas com um editor de texto, contendo o nome do(a) aluno(a) e o número da lista no título. Sugere-se que, para cada questão da lista, o(a) aluno(a) copie e cole o texto correspondente em sua resolução e, em seguida, acrescente sua resposta. As partes descritivas e analíticas das respostas deverão ser feitas com as ferramentas do editor de texto escolhido. Os gráficos contendo resultados de exercícios numéricos deverão ser posicionados junto às respostas, de maneira que se possa entender a que questões se referem. A maneira sugerida de fazer isso é referenciar a figura onde está o gráfico por um número único no texto e colocar legendas nas figuras indicando seus números (por exemplo, a legenda de uma figura seria algo como: “Figura 1. Gráfico de voltagem *versus* tempo para o modelo de neurônio da questão 1 estimulado por uma corrente constante $I = 0,5 \text{ nA}$.”). Os códigos utilizados para gerar os gráficos e simulações pedidos deverão ser fornecidos no fim de cada lista.

O(A) aluno(a) pode escolher a linguagem de programação que quiser para resolver os problemas numéricos das listas. Este não é um curso de programação e espera-se que cada aluno(a) domine uma linguagem para resolver as questões.

A nota final (*NF*) será dada pela média das notas nas listas e convertida para o conceito final (*CF*) de acordo com o critério:

- A: $8,5 \leq NF \leq 10$
- B: $6,0 \leq NF < 8,5$
- C: $5,0 \leq NF < 6,0$
- R: ≤ 5

Bibliografia

- Miller, P., *An Introductory Course in Computational Neuroscience*. MIT Press, Cambridge, MA, USA, 2018. Códigos para as figuras e tutoriais do livro disponíveis em: <http://people.brandeis.edu/~pmiller/TEXTBOOK/>.
- Gerstner, W., Kistler, W. M., Naud, R., and Paninski, L., *Neuronal Dynamics: from single neurons to networks and models of cognition*. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 2014. Disponível em: <https://neurondynamics.epfl.ch/>.
- Dayan, P. and Abbott, L.F., *Theoretical Neuroscience: Computational and Mathematical Modeling of Neural Systems*. MIT Press, Cambridge, MA, USA, 2001. Disponível em: <http://www.gatsby.ucl.ac.uk/~limate/biblio/dayanabbott.pdf>.
- Sterratt, D., Graham, B., Gillies, A. and Willshaw, D., *Principles of Computational Modelling in Neuroscience*. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 2011. Disponível em: <https://dl.uswr.ac.ir/bitstream/Hannan/140205/1/9780521877954.pdf>.
- Izhikevich, E.M., *Dynamical Systems in Neuroscience: the geometry of excitability and bursting*. MIT Press, Cambridge, MA, USA, 2007. Disponível em: <https://www.izhikevich.org/publications/dsn.pdf>
- Koch, C., *Biophysics of Computation: information processing in single neurons*. Oxford University Press, Oxford, UK, 1999. Alguns capítulos estão disponíveis em: <https://christofkoch.com/biophysics-book/>
- Notas de aula do professor.
- Livros-texto de Neurociência: úteis como material de apoio:
 - Bear, M. F., Connors, B. W. & Paradiso, M. A., *Neurociências: desvendando o sistema nervoso*, 3ª edição. ARTMED, Porto Alegre-RS, 2007.
 - Purves, D., Hall, W.C. & McNamara, J.O., *Neurociências*, 4ª edição. ARTMED, Porto Alegre-RS, 2010.
- Material de apoio na Web: Há muito material didático de bom nível disponível na internet (mas também há muita coisa de baixa qualidade; tomem cuidado). Em geral, verifiquem a procedência do material (a instituição que está por trás da página Web, a afiliação de quem preparou o material, etc) antes de acessar.

Algumas páginas Web interessantes são:

- Encyclopedia of Computational Neuroscience http://www.scholarpedia.org/article/Encyclopedia_of_computational_neuroscience.
- Página do neuro-simulador NEURON <http://www.neuron.yale.edu/neuron/>.
- Página do neuro-simulador GENESIS <http://genesis-sim.org/>.
- Versão grátis na internet do livro *The Book of GENESIS* <http://www.genesis-sim.org/GENESIS/bog/bog.html>.
- Página do neuro-simulador NEST <https://www.nest-simulator.org/>.

- Página do neuro-simulador BRIAN <http://briansimulator.org>.
- Computational Neuroscience on the Web <https://compneuroweb.com/>.
- Open Source Brain <http://www.opensourcebrain.org>.
- Frontiers in Computational Neuroscience <http://journal.frontiersin.org/journal/computational-neuroscience>.
- Journal of Computational Neuroscience <https://www.springer.com/journal/10827>.
- ModelDB <https://senselab.med.yale.edu/ModelDB/>.
- Organization for Computational Neuroscience <http://www.cnsorg.org>.