

ORGANIZADORES | ORGANIZERS

DANIEL MANZONI DE ALMEIDA  
CAIO COTTA NATALE  
PAULA SEIXAS MELLO

---

**IMUNOLOGIA  
NA SALA DE AULA  
SEQUÊNCIAS DE ENSINO**

---

**IMMUNOLOGY  
IN THE CLASSROOM  
TEACHING SEQUENCES**

---

EDIÇÃO BILÍNGUE | BILINGUAL EDITION



ORGANIZADORES | ORGANIZERS  
DANIEL MANZONI DE ALMEIDA  
CAIO COTTA NATALE  
PAULA SEIXAS MELLO

---

**IMUNOLOGIA  
NA SALA DE AULA  
SEQUÊNCIAS DE ENSINO**

---

**IMMUNOLOGY  
IN THE CLASSROOM  
TEACHING SEQUENCES**

---

EDIÇÃO BILÍNGUE | BILINGUAL EDITION





EDITOR-CHEFE: PROF. DR. VALDIR LAMIM-GUEDES

## CONSELHO EDITORIAL

PROF. DR. ALEXANDRE MARCELO BUENO (UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE) | PROFA. DRA. ANNIE GISELE FERNANDES (USP) | PROF. DR. ANTÔNIO MANUEL FERREIRA (UNIVERSIDADE DE AVEIRO, PORTUGAL) | PROF. DR. CARLOS JUNIOR GONTIJO ROSA (USP) | PROFA. DRA. DEBORAH SANTOS PRADO (CENTRO UNIVERSITÁRIO SENAC) | PROF. DR. FÁBIO AUGUSTO RODRIGUES E SILVA (UFOP) | PROF. DR. FELIPE W. AMORIM (UNESP) | PROFA. DRA. FLAVIA MARIA CORRADIN (USP) | PROF. DR. FRANCISCO SECAF ALVES SILVEIRA (UNIVERSIDADE ANHEMBI MORUMBI) | PROF. DR. HORÁCIO COSTA (USP) | PROF. DR. JAVIER COLLADO RUANO (UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN, EQUADOR) | PROF. DR. JOSÉ AUGUSTO CARDOSO BERNARDES (UNIVERSIDADE DE COIMBRA, PORTUGAL) | PROF. DR. MARCOS PAULO GOMES MOL (FUNDAÇÃO EZEQUIEL DIAS) | PROF. DR. PEDRO ROBERTO JACOBI (USP) | PROF. DR. RENATO ARNALDO TAGNIN (FACULDADES OSWALDO CRUZ) | PROFA. DRA. SUZANA URSI (USP) | PROFA. DRA. YASMINE ANTONINI (UFOP)

### Contatos

<https://editoranaraiz.wordpress.com/>



A Editora Na Raiz  
é uma empresa com  
DNA USP

### A447c Almeida, Daniel Manzoni de

Imunologia na sala de aula: sequências de ensino/Immunology in the classroom: teaching sequences [livro eletrônico] / Daniel Manzoni de Almeida, Caio Cotta Natale, Paula Seixas Mello. (Organizador). São Paulo: Editora Na Raiz, 2021.

322f; 14,8 x 21 cm; pdf

ISBN 978-65-88711-15-6

DOI <https://doi.org/10.5281/zenodo.5545819>

1. Educação. 2. Ensino remoto.

I. Título.

CDD 370

Esse livro é resultado indireto de 10 anos da constituição de uma linha de pesquisa em ensino de imunologia quando começamos a construir sequências de ensino para as aulas de imunologia no ensino médio e superior. De lá para cá projetos de pesquisa foram desenvolvidos, parcerias entre instituições e países foram realizadas, artigos científicos na área foram publicados, estudantes e professores foram formados para a sala de aula. Faltava incentivar que professores e professoras de imunologia propusessem e escrevessem duas sequências de ensino. A parceria com a delicada Editora na Raiz pode proporcionar essa ação.

Durante esses 10 anos muitas pessoas foram importantes para a linha de pesquisa em ensino de imunologia que desenvolvemos. Gostaríamos de ressaltá-las e homenageá-las singelamente:

- A Profa Dra Leda Quercia Vieira do Departamento de Bioquímica e Imunologia. Nós três fomos orientandos da Profa Leda. Foi no laboratório que ela coordena na UFMG que fomos formados em Imunologia, em Ciência, realizamos nossas teses e tivemos um grande incentivo no engajamento da educação científica por meio do “Projeto UFMG & Escolas”. Orientação é plantar futuro. Leda, um dos frutos da sua orientação é esse livro;
- Profa Dra Silvia Luzia Frateschi Trivelato da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo. A Profa Silvia foi supervisora do Prof. Daniel nos anos de pós-doutoramento na FE/USP.
- Profa Dra. Patricia Marzin-Janvier da Université de Bretagne Occidentale-Brest-France, CREAD (Center for research on education, learning and didactics) que é colaboradora da linha de pesquisa desde 2013.
- Profa Dra. Karina Bertolucci da UNIFESP. Foi a primeira professora de Imunologia a aplicar uma sequência de ensino formulada para a linha de pesquisa. A Profa Karina, desde então, tem dado todo apoio a linha de pesquisa junto a SBI.

- Profa Dra Verônica Coelho e Prof. Jorge Kalil pelo incentivo ao ensino de imunologia desde quando o Prof. Daniel foi coordenador executivo do Projeto Imunologia nas Escolas do Instituto de Investigação em Imunologia do INCT/CNPq
- A Sociedade Brasileira de Imunologia (SBI) por ser apoiar e divulgar nossos trabalhos;
- As Profas Valéria de Matos Borges e Profa Claudia Ida Brodskyn da FioCruz/Bahia/UFBA pelo acolhimento, enquanto professoras e coordenadoras do Programa de Pós Graduação em Patologia Humana e Experimental, ao serem receptivas dos projetos de pesquisa;
- Aos colaboradores e colaborados de todos esses anos nos estudos na linha de pesquisa em ensino de imunologia: Prof. Dr. Marsilvio Gonçalves Pereira (UFPB), Prof. Dr. Jean Siqueira (UNIFAI), Prof. Dr. João Rodrigo Silva (UFABC), Prof. Bruno Sipavicius (Secretaria estadual de educação), Profa Márcia Schmeper (UNINOVE)
- A Equipe de estudantes, professores/professoras, tradutores/tradutoras do TRADUSA por aceitarem o desafio na confecção dessa edição bilíngue.
- A parceria da Editora na Raiz, em especial, ao Prof. Dr. Valdir Lamim-Guedes pelo investimento nesse projeto;
- FAPESP, CAPES, CNPq e Universidade de Grenoble (França) pelo financiamento de bolsas de estudos para nós durante esses anos.

This book is an indirect result of 10 years of establishing a line of research in teaching immunology when we began to build teaching sequences for immunology classes in secondary and higher education. Since then, research projects have been developed, partnerships between institutions and countries have been carried out, scientific articles in the area have been published, students and teachers have been trained for the classroom. It was necessary to encourage immunology professors to propose and write two teaching sequences. The partnership with the delicate *Editora na Raiz* can provide this action.

During these 10 years, many people were important to the line of research in teaching immunology that we developed. We would like to highlight them and pay homage to them simply:

- Prof. Dr Leda Quercia Vieira from the Department of Biochemistry and Immunology. The three of us were advised by Profa Leda. It was in the laboratory that she coordinates at UFMG that we were trained in Immunology, in Science, we carried out our theses and had a great incentive to engage scientific education through the “UFMG & Schools Project”. Advising thesis is planting the future. Leda, one of the fruits of her advised is this book;
- Prof. Dr Silvia Luzia Frateschi Trivelato from the Faculty of Education of the University of São Paulo. Profa Silvia was supervisor of Prof. Daniel in the postdoctoral years at FE/USP.
- Prof. Dr. Patricia Marzin-Janvier of the Université de Bretagne Occidentale-Brest-France, CREAD (Center for research on education, learning and didactics) who has collaborated with the research line since 2013.
- Prof. Dr. Karina Bertolucci from UNIFESP. She was the first professor of Immunology to apply a formulated teaching sequence to the line of research. Since then, Profa Karina has given full support to the research line with SBI.

- Prof. Dr. Verônica Coelho and Prof. Jorge Kalil for encouraging the teaching of immunology since Prof. Daniel was executive coordinator of the Immunology in Schools Project of the Institute for Research in Immunology of the INCT/CNPq
- The Brazilian Society of Immunology (SBI) for supporting and disseminating our work;
- Profs. Valéria de Matos Borges and Prof. Claudia Ida Brodskyn from FioCruz/Bahia/UFBA for welcoming, as professors and coordinators of the Postgraduate Program in Human and Experimental Pathology, by being receptive to research projects;
- To the collaborators and collaborators of all these years in studies in the field of research in teaching immunology: Prof. Dr. Marsilvio Gonçalves Pereira (UFPB), Prof. Dr. Jean Siqueira (UNIFAI), Prof. Dr. João Rodrigo Silva (UFABC), Prof. Bruno Sipavicius (State Department of Education), Prof. Márcia Schlmeper (UNINOVE)
- The team of students, professors/teachers, translators/translators from TRADUSA for accepting the challenge in making this bilingual edition.
- The partnership between Editora Na Raiz, in particular, with Prof. Dr. Valdir Lamim-Guedes for his investment in this project;
- FAPESP, CAPES, CNPq and the University of Grenoble (France) for funding scholarships for us during these years.

12

## **PREFÁCIO**

*Patricia Marzin-Janvier*

18

## **APRESENTAÇÃO**

*Daniel Manzoni-de-Almeida, Caio Cotta Natale e Paula Seixas Mello*

24

## **1. ENSINO DE IMUNOLOGIA ATRAVÉS DA BIOLOGIA MOLECULAR: ABORDAGENS DA INTERAÇÃO PARASITO-HOSPEDEIRO**

*Áislan de Carvalho Vivarini e Bianca Cristina Duarte Vivarini*

50

## **3. IMUNOLOGIA DE TUMORES: RESPOSTA IMUNE ANTITUMORAL, EVASÃO TUMORAL E IMUNOTERAPIA**

*Ana Laura Seneda; Iael Weissberg Minutentag; Mariana Rodrigues Santesso; Vanessa das Graças Pereira de Souza*

70

## **5. INFECÇÕES E REGULAÇÕES EPIGENÉTICAS DO SISTEMA IMUNE**

*Jéssica Lobo da Silva*

89

## **7. UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE A INTERAÇÃO PARASITA-HOSPEDEIRO**

*Bruno Kestutis de Alvarenga Sipavicius*

110

## **9. LIGAS ACADÊMICAS: ENSINO DE IMUNOLOGIA ALÉM DA SALA DE AULA**

*Alessandra Gonzalez do Nascimento, Ítalo Andrade Barbosa Lima e Gabriel Andrade Nonato Queiroz*

132

## **11. CONHECENDO A IMUNIDADE INATA ATRAVÉS DE METODOLOGIAS ATIVAS DE ENSINO E APRENDIZAGEM**

*George Mikael Ripardo Sousa, Miguel Fernandes de Lima Neto*

156

## **13. INFLAMAÇÃO CRÔNICA SUBCLÍNICA E ENVELHECIMENTO: UMA PROPOSTA DE AULA PARA O CURSO DE GERONTOLOGIA**

*Filipe Nogueira Franco*



**170**

**15. HATARAKU SAIBOU PARA O ENSINO REMOTO DE IMUNOLOGIA**

*Tatiana Sampaio da Silva, Bárbara Castro Pimentel Figueiredo*

**186**

**17. IMUNIDADE CONTRA BACTÉRIAS: ABORDAGEM PARA O ENSINO REMOTO DE IMUNOLOGIA**

*Joanna de Freitas Rocha; Erika Freitas Mota*

**206**

**19. REARRANJO GÊNICO NOS LINFÓCITOS: GERAÇÃO DA DIVERSIDADE DE RECEPTORES DE ANTÍGENOS**

*Joaquim César do Nascimento Sousa Júnior; Lara Rodrigues da Silva; Erika Freitas Mota*

**225**

**21. BINGO IMUNOLÓGICO (BIMGO): METODOLOGIA ATIVA PARA O ENSINO SUPERIOR**

*Dennis Maletich Junqueira*

**243**

**23. UTILIZAÇÃO DE FERRAMENTAS DE BIOINFORMÁTICA PARA O ENSINO DE IMUNOLOGIA TUMORAL**

*Bruno R. R. Cavalcante*

**261**

**25. FUNDAMENTOS DO IMUNOMETABOLISMO: IMPLICAÇÕES PARA A SAÚDE E DOENÇAS METABÓLICAS**

*Renata Kelly de Freitas Mano e José Jardson Nascimento de Oliveira*

**277**

**27. O ENSINO DE IMUNOLOGIA E A PRODUÇÃO DE VÍDEOS: OLHARES PARA A DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA**

*Keila Zaniboni Siqueira Batista, Ricardo de Pauli e Aldo Sena de Oliveira*

**303**

**ORGANIZADORES**

**305**

**AUTORES**

**318**

**TRADUTORES**

15

## **PREFACE**

*Patricia Marzin-Janvier*

21

## **PRESENTATION**

*Daniel Manzoni-de-Almeida, Caio Cotta Natale e Paula Seixas Mello*

37

## **2. TEACHING IMMUNOLOGY THROUGH MOLECULAR BIOLOGY: PARASITE-HOST INTERACTION APPROACHES**

*Áislan de Carvalho Vivarini e Bianca Cristina Duarte Vivarini*

60

## **4. TUMOR IMMUNOLOGY: ANTITUMORAL IMMUNE RESPONSE, IMMUNE EVASION AND IMMUNOTHERAPY**

*Ana Laura Seneda; Iael Weissberg Minutentag; Mariana Rodrigues Santesso; Vanessa das Graças Pereira de Souza*

80

## **6. EPIGENETIC REGULATIONS AND INFECTIONS OF THE IMMUNE SYSTEM**

*Jéssica Lobo da Silva*

100

## **8. A PROPOSAL FOR A DIDACTIC SEQUENCE CONCERNING THE HOST-PARASITE INTERACTION**

*Bruno Kestutis de Alvarenga Sipavicius*

121

## **10. STUDENT LEAGUES: TEACHING OF IMMUNOLOGY BEYOND THE CLASSROOM**

*Alessandra Gonzalez do Nascimento, Ítalo Andrade Barbosa Lima e Gabriel Andrade Nonato Queiroz*

144

## **12. LEARNING ABOUT INNATE IMMUNITY THROUGH ACTIVE TEACHING AND LEARNING METHODOLOGIES**

*George Mikael Ripardo Sousa, Miguel Fernandes de Lima Neto*

163

## **14. CHRONIC SUBCLINICAL INFLAMMATION AND AGING: A LECTURE PROPOSAL FOR THE GERONTOLOGY PROGRAM**

*Filipe Nogueira Franco*

**178**

**16. HATARAKU SAIBOU FOR REMOTE IMMUNOLOGY TEACHING**

*Tatiana Sampaio da Silva, Bárbara Castro Pimentel Figueiredo*

---

**196**

**18. IMMUNITY AGAINST BACTERIA: AN APPROACH TO REMOTE IMMUNOLOGY TEACHING**

*Joanna de Freitas Rocha; Erika Freitas Mota*

---

**216**

**20. GENE REARRANGEMENT IN LYMPHOCYTES: GENERATION OF ANTIGEN RECEPTOR DIVERSITY**

*Joaquim César do Nascimento Sousa Júnior; Lara Rodrigues da Silva; Erika Freitas Mota*

---

**234**

**22. IMMUNOLOGICAL GAME (BIMGO) : ACTIVE METHODOLOGY FOR HIGHER EDUCATION**

*Dennis Maletich Junqueira*

---

**252**

**24. USE OF BIOINFORMATICS TOOLS IN TUMOR IMMUNOLOGY TEACHING**

*Bruno R. R. Cavalcante*

---

**277**

**26. FOUNDATIONS OF IMMUNOMETABOLISM: IMPLICATIONS FOR METABOLIC HEALTH AND DISEASE**

*Renata Kelly de Freitas Mano e José Jardson Nascimento de Oliveira*

---

**290**

**28. IMMUNOLOGY TEACHING AND VIDEO PRODUCTION: PERSPECTIVES ON A SCIENTIFIC DISSEMINATION**

*Keila Zaniboni Siqueira Batista, Ricardo de Pauli e Aldo Sena de Oliveira*

---

**303**

**ORGANIZERS**

---

**305**

**AUTHROS**

---

**318**

**TRANSLATORS**

**Patricia Marzin-Janvier**

Professora Titular em Ensino de Biologia, Université de Bretagne Occidentale-Brest-France. CREAD (Center for research on education, learning and didactics).

Foi muito interessante para mim descobrir todos os capítulos deste ebook, organizado pelo Prof. Dr. Daniel Manzoni de Almeida, pelo Prof. Dr. Caio Cotta Natale e pela Profa Dr. Paula Seixas Mello que propõem uma grande e variada proposta de ensino em imunologia, a partir de uma escala muito grande de conceitos de imunologia. É um desafio muito importante mostrar e compartilhar exemplos de práticas inovadoras para alunos do ensino médio e superior, especialmente no contexto recente do ensino emergencial. Essas sequências didáticas podem inspirar outros professores e alunos. Na verdade, estão vinculadas à reflexão realizada em universidades de todo o mundo sobre as práticas pedagógicas para oferecer um ensino inovador aos alunos e as alunas. Esta linha de pensamento é baseada em teorias sócio construtivistas que estão na raiz das abordagens de aprendizagem centradas no aluno, definidas como «uma estrutura de design geral para descrever ambientes que apoiam a criação de sentidos pessoais através de contextos de problemas enriquecidos com ferramentas de tecnologia, recursos» (HANNAFIN, LAND, & OLIVER, 1999). Este ambiente pretende desenvolver a autonomia e independência do aluno e da aluna, colocando a responsabilidade pelo percurso de aprendizagem nas mãos dos alunos e das alunas. Para Lathika (2016) *“Em uma sala de aula centrada no aluno, os alunos escolhem o que vão aprender, como vão aprender e como vão avaliar sua própria aprendizagem. A aprendizagem centrada no aluno exige que*

*os alunos sejam participantes ativos e responsáveis na sua própria aprendizagem e com o seu próprio ritmo de aprendizagem. Nesta aprendizagem ativa, o aluno é quem se encarrega dos conteúdos, atividades, material e ritmo de aprendizagem”*

Os autores e as autoras deste ebook propõem aprendizagem baseada em problemas e metodologias ativas de ensino centrado no aluno, aprendizagem colaborativa, gamificação, na qual o aluno pode avaliar o conteúdo das aulas por si mesmo. Alguns autores propuseram aulas à distância e soluções originais para o contexto de emergência que todas as universidades do mundo vivem atualmente. É claro que existe uma demanda social muito importante por pedagogias alternativas, abertas, flexíveis e híbridas. Os recursos multimídia, como vídeo aulas e podcast, ambiente virtual assíncrono de aprendizagem, pré-gravação de vídeos propostos no livro também são relevantes nesse contexto especial.

O ensino de imunologia precisa ser inovador, pois os conceitos de imunologia são difíceis e abstratos para os alunos. Por isso, tenho muito orgulho de trabalhar com o Dr. Manzoni de Almeida desde uma década desenvolvendo atividades de ensino de imunologia inseridas no contexto construtivista e interacionista (MANZONI-DE-ALMEIDA, MARZIN & TRIVELATO, 2016), bem como a construção significativa de argumentos escritos e um conjunto de operações cognitivas importantes para a aprendizagem de uma ciência (MANZONI-DE-ALMEIDA, 2016). A atual pandemia de covid nos mostra como a educação em geral, e a aquisição de conceitos imunológicos em particular, é crucial para compreender e aceitar as práticas de saúde e vacinação. A imunologia está presente nas discussões e decisões do dia a dia de todas as sociedades. Educar os jovens nessas noções para adquirir habilidades de

pensamento crítico que os capacitem a raciocinar por si mesmos e decodificar o discurso e o raciocínio dos cientistas é um grande desafio para o qual este livro contribui muito.

Hannafin M., Land S., Oliver K. (1999). *Open Learning Environments: Foundations, Methods, and Models. Instrucional – Design theories and models Volume II A New Paradigm of Instructional Theory*, Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates. **2**: 115-140.

Manzoni-de-Almeida, D. (2016) O desenvolvimento da escrita argumentativa nas aulas de imunologia do ensino superior por metodologias ativas. *Compartilhe Docência* 1, 3-19

Manzoni-de-Almeida, D., Marzin-Janvier, P., Trivelato, S.L.F. (2016). Analysis of epistemic practices in reports of higher education students groups in carrying out the inquiry-based activity of immunology. *Investigações em Ensino de Ciências*, 21 (2), 105-120

K, Lathika. Student Centred Learning (2016). *International Journal of Current Research and Modern Education (IJCRME)*, 1(1), p. 677-680.

**Patricia Marzin-Janvier**

Full Professor, Biology Education, Université de Bretagne Occidentale-Brest-France. CREAD (Center for research on education, learning and didactics).

It was very interesting for me to discover all the chapters of this ebook, coordinate by Prof. Daniel Manzoni de Almeida, Prof. Caio Cotta Natale e Profa Paula Seixas Mello which propose a large and various teaching proposals in immunology, based on a very large scale of immunology concepts. It is a very important challenge to show and to share few examples of innovative practices for students, high school and upper graduate school levels, especially in the emergency teaching recent context. These didactics sequences could inspire others teachers and learners. In fact, they are in link with the reflection carried out in universities all over the world on teaching practices in order to offer innovative teaching to students. These line of thought are based on socio-constructivists theories which is at the root of student-centered learning approaches define as *«a general design framework to describe environments that support personal sens making via problems contexts enriched with technology tools, resources and scaffolding»* (HANNAFIN, LAND, & OLIVER, 1999). This environment wants to develop learner autonomy and independence by putting responsibility for the learning path in the hands of students. For Lathika (2016) *«In a student-centric classroom, students choose what they will learn, how they will learn, and how they will assess their own learning. «Student-centric learning requires students to be active, responsible participants in their own learning and with their own pace of learning ».* In these active learning *«The student is the one who will be in charge of the*

*content, activities, material and the pace of learnin”.*

Authors of this ebook propose problem based learning and active student-centered teaching methodologies, collaborative learning, gamification, in which student could assess lessons contents by themselves. Some authors have proposed remote lessons and original solutions for the emergency context that all universities in the world are currently experiencing. Of course, there is a very important social demand for alternative, open, flexible and hybrid pedagogies. The multimedia resources, like video classes and podcast, asynchronous virtual learning environment, pre-recording videos, ... proposed in the book are also relevant in that special context.

Immunology teaching need to be innovative, because, immunology concepts are difficult and abstracts for the students. So, I am very proud to work with Dr Manzoni de Almeida since a decade to developing activities of teaching of immunology inserted in the constructivist and interactionism context (MANZONI-DE-ALMEIDA, MARZIN & TRIVELATO, 2016), as well as the significant construction of written arguments and a set of important cognitive operations for the learning of a science (MANZONI-DE-ALMEIDA, 2016). The current covid pandemic shows us how education in general, and the acquisition of immunological concepts in particular, is crucial to understanding and accepting health practices and vaccination. Immunology is present in the discussions and decisions of daily life of all societies. Educating young people in these notions to acquire critical thinking skills that enable them to reason for themselves and to decode the discourse and reasoning of scientists is a major challenge to which this book contributes greatly.



- Hannafin M., Land S., Oliver K. (1999). Open Learning Environments: Foundations, Methods, and Models. *INSTRUCTIONAL - DESIGN THEORIES AND MODELS Volume II A New Paradigm of Instructional Theory*, Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates. **2**: 115-140.
- Manzoni-de-Almeida, D. (2016) O desenvolvimento da escrita argumentativa nas aulas de imunologia do ensino superior por metodologias ativas. *Compartilhe Docência* 1, 3-19
- Manzoni-de-Almeida, D., Marzin-Janvier, P., Trivelato, S.L.F. (2016). Analysis of epistemic practices in reports of higher education students groups in carrying out the inquiry-based activity of immunology. *Investigações em Ensino de Ciências*, 21 (2), 105-120
- K, Lathika, Student Centred Learning (June 20, 2016). *International Journal of Current Research and Modern Education (IJCRME)*, ISSN (Online): 2455-5428, Vol. 1(1), p. 677-680, June 2016.

Daniel Manzoni-de-Almeida

Caio Cotta Natale

Paula Seixas Mello

O presente E-book é o resultado dos esforços de um grupo de educadores e imunologistas na contribuição pela aproximação entre educação e pesquisa em imunologia. As ideias que deram origem a esse trabalho partem da observação de que os temas envolvendo imunologia tem ocupado lugar central em grande parte dos debates envolvendo saúde, tecnologia e sociedade. Por exemplo as técnicas de transplante e a geração e funcionamento das vacinas. O advento da pesquisa em imunologia traz, como consequência, a elucidação dos mecanismos fisiológicos envolvidos nas reações de tolerância e rejeição, o aprofundamento do debate ético, o emprego de tecnologias de ponta. Assim como os transplantes, diversos temas de relevância pública emergem e sensibilizam a mídia informativa e o entretenimento, atingindo diversas camadas sociais e gerando impactos positivos ou negativos. É o caso da Revolta da Vacina, um episódio marcante na Primeira República brasileira, em que a desigualdade social, a falta de sensibilidade do poder público e o desconhecimento sobre ciência conduziram uma campanha de vacinação contra a varíola ao caos completo na cidade do Rio de Janeiro no início do século XX. Mais recentemente, a descoberta do vírus da imunodeficiência humana (HIV) causou ampla comoção e casos de pessoas com HIV são amplamente retratados em personagens de filmes, novelas e discutidos em *reality shows*.

Mais de um século se passou desde então e observamos, no ano de 2020, o surgimento da Pandemia da Doença do Coronavírus-19

(COVID-19). Junto com ela, um novo debate envolvendo o uso da internet para rápida e extensiva disseminação de notícias falsas. Evidências apontam para o envolvimento de grupos com alto poder financeiro e político nos processos de deslegitimação das vacinas e da legitimação de propostas charlatãs que podem estar associadas ao acirramento das mortes e da contaminação pelo vírus ao redor do globo. Diante desse dilema, aqui nos cabe uma reflexão: ainda que o mau uso da internet seja um componente novo dentro do debate da saúde pública mundial, é preciso reconhecer que ele só obtém sucesso na medida em que se aproveita da perpetuação de elementos tais como desinformação, desigualdade social, baixa divulgação científica – os mesmos elementos presentes secularmente nos mais diversos dilemas da sociedade na área da saúde.

Acreditamos que uma educação democrática e contextualizada possa ser uma das vias que oportunizem a sociedade a reverter essa situação. Uma sociedade global, complexa, imediatista, desigual e tecnológica necessita de profissionais das ciências capazes de lidar com essas características em seus contextos profissionais. Pensando na formação em imunologia dos profissionais das áreas das ciências médicas e da natureza nos surge, portanto, o desafio de desenvolver sequências de ensino e aprendizagem, com objetivos educacionais que possibilitem a imersão desses indivíduos no universo da imunologia, de uma forma mais dinâmica. Como a imunologia perpassa as diversas disciplinas básicas e do ciclo profissional dos cursos de saúde, acaba sendo uma disciplina chave para a compreensão de diversos processos no balanço saúde-doença. Este e-book foi organizado por três cientistas e professores de imunologia. Além disso, encontra-se aqui diversas sequências didáticas de diversas regiões do Brasil, de

diversas universidades e como alvo os muitos alunos dos cursos de saúde. No presente E-Book apresentamos um compilado dessas sequências com o objetivo de inspirar professoras e professores a desenvolverem suas propostas e que possam com essas ideias desenvolverem suas maneiras de tornar um assunto tão importante acessível e que assim consigamos desmistificar o raciocínio científico pautado em verdades objetivas e passíveis de questionamento e testagem.

Ainda decidimos que os esforços na composição do material poderiam ter uma amplitude maior de leitores e leitoras pelo mundo. Dessa forma, a formulação do e-book bilíngue (Português e Inglês) pode proporcionar essa abrangência desejada. Para realizar essa empreitada contamos com a parceria da equipe do TRADUSA que tomou os capítulos como material pedagógico na formação de tradutores e tradutoras especializados em saúde. Essa etapa contou com Cátia Santana e Fabio Santana (Direção do TRADUSA); Profa Patrícia Gimenez Camargo (Coordenação Pedagógica e supervisão de tradução); Glaucio Fratric, Gilson Mattos, Ana Julia Perrotti-Garcia, Luciana Bonancio (Professores e supervisores de tradução).

Em resumo, esse ebook é o resultado de um esforço e trabalho coletivo interdisciplinar e multicultural construído entre estudantes, cientistas, professores e professoras.

Boa leitura!

**Daniel Manzoni-de-Almeida**

**Caio Cotta Natale**

**Paula Seixas Mello**

This E-book is the result of the efforts of a group of educators and immunologists to contribute to bringing together education and research in immunology. The ideas that gave rise to this work are based on the observation that themes involving immunology have occupied a central place in most debates involving health, technology and society. For example, transplantation techniques and the generation and functioning of vaccines. The advent of research in immunology brings, as a consequence, the elucidation of the physiological mechanisms involved in the reactions of tolerance and rejection, the deepening of the ethical debate, and the use of state-of-the-art technologies. As well as transplants, several themes of public relevance emerge and sensitize the informational media and entertainment, reaching different social layers and generating positive or negative impacts. This is the case of the “Vaccine Revolt”, a remarkable episode in the First Brazilian Republic, in which social inequality, the lack of sensitivity of the government and lack of knowledge about science led a vaccination campaign against smallpox to complete chaos in the city of Rio de Janeiro at the beginning of the 20<sup>th</sup> century. More recently, the discovery of the human immunodeficiency virus (HIV) has caused widespread commotion and cases of people with HIV are widely portrayed in characters from movies, soap operas and discussed on reality shows.

More than a century has passed since then and we have observed, in the year 2020, the emergence of the Coronavirus-19 Disease

Pandemic (COVID-19). Along with it, a new debate involving the use of the internet for rapid and extensive dissemination of false news. Evidence points to the involvement of groups with high financial and political power in the processes of delegitimization of vaccines and the legitimization of quack proposals that may be associated with the increase in deaths and contamination by the virus around the globe. Faced with this dilemma, it is up to us to reflect here: although the misuse of the internet is a new component in the global public health debate, it must be recognized that it is only successful insofar as it takes advantage of the perpetuation of elements such as misinformation, social inequality, low scientific dissemination – the same elements present for centuries in the most diverse dilemmas of society in the health area.

We believe that a democratic and contextualized education can be one of the ways that provide opportunities for society to reverse this situation. A global, complex, immediate, unequal and technological society needs science professionals capable of dealing with these characteristics in their professional contexts. Thinking about the training in immunology of professionals in the areas of medical and natural sciences, therefore, the challenge of developing teaching and learning sequences, with educational objectives that enable the immersion of these individuals in the universe of immunology, in a more dynamic way, arises. As immunology permeates the various basic disciplines and the professional cycle of health courses, it ends up being a key discipline for understanding the various processes in the health-disease balance. This e-book was organized by three scientists and professors of immunology. In addition, there are several didactic sequences here from different regions of Brazil, from different

universities and as a target for the many students of health courses. In this E-Book we present a compilation of these sequences with the aim of inspiring teachers to develop their proposals and that they can, with these ideas, develop their ways to make such an important subject accessible and so that we can demystify scientific reasoning based on objective truths and subject to questioning and testing.

We still decided that efforts to compose the material could have a wider range of readers and readers around the world. Thus, the formulation of the bilingual e-book (Portuguese and English) can provide this desired scope. To carry out this task, we have a partnership with the TRADUSA team, which used the chapters as teaching material in the training of translators specialized in health. This stage included Cátia Santana and Fabio Santana (TRADUSA's Board of Directors); Prof. Patrícia Gimenez Camargo (Pedagogical Coordination and Supervision of Translation); Glauco Fratric, Gilson Mattos, Ana Julia Perrotti-Garcia, Luciana Bonancio (Translation teachers and supervisors).

In summary, this ebook is the result of an interdisciplinary and multicultural collective effort and work built among students, scientists, professors and teachers.

Good reading!

ÁISLAN DE CARVALHO VIVARINI  
BIANCA CRISTINA DUARTE VIVARINI

1

**ENSINO DE IMUNOLOGIA  
ATRAVÉS DA BIOLOGIA  
MOLECULAR:  
ABORDAGENS DA  
INTERAÇÃO  
PARASITO-HOSPEDEIRO**



## Introdução

Todos os microrganismos patogênicos alteram o equilíbrio fisiológico de seus hospedeiros. Essa interação é um processo evolutivo em conjunto, com o hospedeiro desenvolvendo defesas contra o parasito e este superando tais barreiras com sua variabilidade genética (KAMIYA et al., 2018). Nessa relação de dois organismos com constituições genéticas bem distintas, a expressão diferencial dos seus genes modula o destino de ambos (WEISSMAN et al., 2018). Mas como a ciência consegue buscar o entendimento da biologia desse sistema através de diversas metodologias moleculares e, conjuntamente, facilitar o desenvolvimento de formas de ensino voltadas para compreensão da imunologia da interação parasito-hospedeiro?

A torrente de informações advindas das recentes descobertas científicas, principalmente nas áreas de biologia molecular, se expande progressivamente do meio acadêmico ao público em geral (PEDRANCINE et al., 2007; MELO & CARMO, 2009). A disciplina de Imunologia e Biologia Molecular representam um conhecimento primordial para entender os seres vivos de um modo geral, permitindo ao aluno fazer associações com as outras disciplinas dos cursos das áreas biológicas e médicas (SALIM et al., 2007). A Biotecnologia está inserida no cotidiano dos alunos nas revistas, jornais, internet, dentre outros, e o professor pode ajudar a garantir a elucidação das notícias veiculadas (OLIVEIRA & FERREIRA, 2018). É importante que os docentes possam organizar, articular e abordar os conteúdos de imunologia, através da seleção de atividades diversificadas capazes de motivar os alunos e da avaliação dos resultados, de forma a aumentar o interesse e a criatividade dos alunos, promovendo o espírito crítico e favorecendo o trabalho em equipe, a partir dos quais, consecutivamente, haverá uma mudança qualitativa no processo de ensino e aprendizagem (KRASILCHIK, 2004; VITORIA et al., 2018).

O presente trabalho se justifica e tem como objetivo a utilização de metodologias ativas e participativas no estudo e no ensino-aprendizagem de

conceitos da Biologia Molecular, através do enfoque de suas principais técnicas voltadas para a Imunologia e que sejam referentes ao entendimento da relação entre parasitos e hospedeiros, permitindo alcançar um conhecimento amplo, crítico e diversificado quanto a esse sistema de interação e sua evolução.

### **Curso de graduação ou pós-graduação**

A sequência didática será voltada para os cursos de graduação nas áreas de ciências biológicas e médicas, não excluindo a possibilidade de também ser utilizada em cursos de pós-graduação dessas áreas.

A ciência e a tecnologia estão presentes em todos os setores da vida contemporânea, causando profundas transformações econômicas, políticas, sociais e culturais. A abordagem de novos temas exige do docente uma relação intimista com a comunidade e com as pesquisas atuais, de forma que possam ser considerados assuntos relevantes que não desorientem os alunos, mas que contribuam para a melhoria da qualidade de vida da população (GÓES & OLIVEIRA, 2014). Portanto, deveria ser de conhecimento geral que os temas na área de Biologia Molecular são interdisciplinares e possuem grande associação com os diversos ramos da Imunologia. As novas tecnologias derivadas desses conhecimentos tornaram possível o domínio de inúmeras técnicas laboratoriais que capacitam a multiplicação dessas ciências.

Com isso, é necessário que a população tenha conhecimento nessas áreas para opinar acerca dos debates do mundo atual. Nos cursos e disciplinas que discutem imunologia, o aprimoramento dos debates e a geração de conhecimento crítico podem ser alcançados através do entendimento de como aquele conceito foi descoberto e desenvolvido, muitas vezes utilizando a Biologia Molecular para compreender esse sistema complexo da interação entre organismos diferentes.

## **Disciplina**

A metodologia de ensino é voltada para a disciplina de Imunologia Básica na graduação, podendo ser aproveitada também em cursos de pós-graduação nas áreas de saúde e de ciências biológicas. Devido aos conhecimentos prévios necessários na área de Biologia Molecular, as aulas deverão ser disponibilizadas aos discentes a partir do quarto ou quinto período da graduação, haja vista que a grade curricular normalmente contempla esses tópicos aproximadamente na metade dos cursos. A conjugação entre as metodologias dentro da Biologia Molecular e o ensino da Imunologia fortalece os conhecimentos em ambas e torna evidente as suas aplicabilidades.

## **Tema da aula**

O tema das aulas serão os estudos da interação parasito-hospedeiro através da Biologia Molecular. A partir dos conhecimentos gerados pela ciência acerca dos diversos processos moleculares envolvidos na interação entre os parasitos e as células hospedeiras, as aulas se basearão nos estudos dos genes imunomodulatórios que são acionados durante a interação das células. Dentro dessa temática, a discussão poderá abordar vários aspectos diferentes e, ao mesmo tempo, dependentes dentro desse sistema e modelo imunológico, como a ação de citocinas inflamatórias, receptores que reconhecem moléculas patogênicas, enzimas com a ação de gerar produtos microbicidas, proteínas que participam da fagocitose, assim como a modulação de genes importantes que regulam o perfil de resposta a certa infecção, como, por exemplo, inúmeras proteínas quinases e fosfatases. Para o entendimento desses diversos fatores, o conhecimento em Biologia Molecular e de suas técnicas com aplicabilidades gerais e específicas aumenta e fortalece a compreensão da multidisciplinaridade do tema durante a aula, podendo ter aplicações biotecnológicas, comerciais e acadêmicas.

## **Conteúdo**

Baseando-se no tema da utilização da Biologia Molecular no estudo da interação entre parasito-hospedeiro, abordaremos os conteúdos voltados para identificação, quantificação e funções dos genes das células hospedeiras que são importantes durante a infecção. Nesse contexto, através do entendimento de diferentes técnicas moleculares, os docentes e discentes, protagonistas nessa aprendizagem conjunta, terão ferramentas para discutir desde a interação inicial entre as células até como ocorre a modulação da sinalização para a tentativa de acionar o sistema microbicida dos hospedeiros ou a subversão em favor dos parasitos. Em virtude disso, a sequência didática se baseará, inicialmente, no entendimento dessa interação molecular e, subsequentemente, discutir como a identificação e a quantificação de certos genes imunomodulatórios das células hospedeiras podem nos fornecer um entendimento amplo acerca desse sistema.

## **Objetivos**

### *Objetivo geral*

- Conhecer os diversos mecanismos moleculares que desencadeiam as respostas imunológicas durante a interação com os patógenos e, subsequentemente, correlacionar os conceitos das técnicas e princípios básicos de Biologia Molecular às manifestações clínicas em estudo de casos.

### *Objetivos específicos*

- Entender a aplicabilidade da técnica de RT-PCR no estudo da modulação dos genes envolvidos durante a infecção;

- Discutir a importância da técnica de *Western-blot* no contexto de alteração metabólica em resposta aos estímulos por um parasito;
- Conhecer a importância e a aplicabilidade dos estudos dos promotores dos genes modulados na infecção através de ensaios de gene repórter e imunoprecipitação da cromatina.

## Metodologia

O conjunto de atividades encadeadas e interligadas será baseado em estudos de casos, com uma apresentação inicial do tema através de slides informativos e atuais, nos quais as bases experimentais da Biologia Molecular serão explicadas e discutidos seus métodos.

Serão distribuídos aos grupos pré-formados artigos e textos bases complementares referentes às interações entre patógenos e células hospedeiras, além de um estudo dirigido norteador dos conceitos básicos de Biologia Molecular. A escolha dos textos será de acordo com o interesse do docente, devem estar relacionados a interação entre as espécies e devem, necessariamente, abordar metodologias de biologia molecular que ajudem a elucidar o problema no sistema estudado, além de apresentar fatores imunológicos que modulam a infecção. Dentre as metodologias esperadas, incluem-se as técnicas de PCR e suas variações, *Western-blot* e o estudo dos promotores dos genes.

O estudo dirigido tem como base os aspectos teóricos sobre as metodologias de Biologia Molecular supracitadas. Nele, deverão estar inseridos os conceitos básicos e essenciais que permitirão obter uma percepção e entendimento mais coerente e especializado dos artigos que serão distribuídos a cada grupo (CICUTO et al., 2019). Nesse estudo dirigido, espera-se que os alunos tenham um protagonismo relacionado à resolução das questões e à posterior discussão com o docente.

A partir da primeira aula expositiva e da disponibilização dos textos

complementares, os discentes terão ferramentas teóricas para responderem o estudo dirigido e realizar todas as etapas subsequentes. Nessa aula, o docente deverá abordar aspectos da Biologia Molecular básica e apresentar os principais ensaios metodológicos utilizados nas pesquisas, principalmente voltados à área da Imunologia. Além desses conceitos, deverá elucidar pontos importantes na relação de células hospedeiras e a interação com diferentes patógenos.

Subsequentemente a essa atividade, a próxima etapa será a discussão dos casos com base nos questionários elaborados para cada tema dos artigos. Os questionários deverão ser idealizados pelo docente de acordo com cada conteúdo dos artigos, objetivando o raciocínio lógico e argumentativo, centrado nos objetivos dos autores dos manuscritos, principalmente tentando entender não somente as metodologias utilizadas, mas o porquê da escolha dos métodos em busca dos resultados esperados. Esses questionários serão distribuídos a toda a turma, não somente para aqueles discentes que apresentarão o artigo relacionado. Dessa maneira, espera-se que a participação seja mais abrangente.

Em seguida às discussões entre os grupos, a última atividade prevista é a apresentação na forma de seminário dos artigos. Os alunos terão entre 30 e 40 minutos de apresentação com slides, na qual deverão abordar os aspectos imunológicos e as metodologias moleculares utilizadas para o entendimento do trabalho. Durante as apresentações, deverão ser incentivados a discussão, os questionamentos e as observações gerais a respeito do tema por toda a turma, sendo essa atividade a parte final da avaliação.

Como parte avaliativa, os conceitos finais dos discentes serão definidos basicamente a partir dos questionários e da apresentação dos artigos ao longo das atividades propostas, melhor explicitada na parte da avaliação correlacionada às perspectivas de alcance dos objetivos, uma vez que a principal ideia metodológica educacional é a de que o próprio grupo discuta e, subsequentemente, apresente as respostas obtidas após os estudos.

Tabela 1.1: etapas da sequência didática.

Etapa	Descrição	Duração
<p>Aula expositiva das principais metodologias utilizadas pela Biologia Molecular nos estudos imunológicos. Distribuição do Estudo Dirigido e dos textos complementares posteriormente à aula.</p>	<p>O docente deverá, inicialmente, apresentar as principais metodologias de identificação molecular que serão discutidas durante as atividades previstas nas aulas, argumentando sobre seus parâmetros de escolha e solucionando dúvidas.</p>	<p>Aula expositiva de aproximadamente 2 horas</p>
<p>Distribuição dos artigos Explicação das tarefas. Distribuição do artigo que será apresentado pelo docente na próxima etapa.</p>	<p>A distribuição dos materiais deverá estar direcionada a toda solução das tarefas. A explicação das metodologias de biologia molecular requeridas (discutidas na etapa anterior) e das formas de apresentação, assim como os prazos, devem estar bem claras a todos os atores da turma, de forma que, na próxima etapa, os discentes terão como exemplo o docente e sua forma de apresentação e interpretação textual dos artigos.</p>	<p>40 minutos para explicação e distribuição dos textos.</p>
<p>Aula de discussão de um artigo baseada nas principais metodologias pelo docente.</p>	<p>O docente irá distribuir um artigo a toda a turma com aproximadamente 1 semana de antecedência, indicando a leitura prévia. No dia da aula de discussão, o docente deverá apresentar os dados obtidos pelos autores do artigo a todos, como forma de exemplificar de que maneira as metodologias devem ser</p>	<p>Apresentação de 1 hora.</p>

	interpretadas, discutidas e apresentadas de forma a nortear a atividade.	
Discussão dos artigos e textos base distribuídos anteriormente aos alunos	O docente iniciará a discussão dos temas e artigos referente a cada grupo, baseando-se nos questionários previamente disponibilizados, devendo haver incentivo para que todos participem.	Entre 20 a 30 minutos para cada grupo
Apresentação dos artigos.	Cada grupo apresentará o tema e o artigo de referência, utilizando slides e o Datashow, a toda a turma. Durante as apresentações, é esperado que haja dúvidas, observações e discussões sobre a utilização da Biologia Molecular no entendimento dos processos imunológicos.	Entre 30 a 40 minutos para cada grupo

## Recursos

Na aula, serão utilizados alguns recursos que facilitarão o aprendizado e a dinâmica entre seus atores. Primeiramente, a sala deverá ter um retroprojetor e um computador para demonstrações de ilustrações e conceitos referentes ao entendimento básico do processo de interação entre os diferentes patógenos e as células hospedeiras, com enfoque na resposta imunológica voltada para ação dos genes importantes nesse sistema. Em seguida, serão distribuídas questões impressas contendo conceitos importantes a serem trabalhados de acordo com os artigos previamente disponibilizados aos grupos. Os textos serão em língua inglesa e portuguesa, facilitando o acesso de todos. Com esses recursos acessíveis e de fácil desenvolvimento, os objetivos da aula serão alcançáveis.



## **Avaliação**

A avaliação dessa aula, proposta dentro da disciplina de Imunologia Básica, se baseia em dois grupos de atividades. A primeira será através da discussão de casos clínicos em trabalhos científicos selecionados pelo docente, tendo como base a resolução dos questionários previamente distribuídos a cada grupo. Essa participação deverá ser estimulada pelo docente, que avaliará individualmente a participação na discussão, recebendo as respostas dos questionários como primeira forma avaliativa. De acordo com as respostas de cada grupo, relacionadas a cada artigo, conceitos deverão ser atribuídos àqueles que alcançaram os objetivos. Com base nesse mesmo tema distribuído e discutido anteriormente, o grupo apresentará um seminário de aproximadamente 30 a 40 minutos discursando sobre os demais aspectos baseados no uso da biologia molecular para o estudo da imunologia, servindo esta atividade como uma segunda forma avaliativa. A avaliação deverá levar em consideração, principalmente, o aspecto racional das abordagens das técnicas moleculares como ferramentas de estudo em Imunologia.

## **Conclusão**

A biotecnologia se caracteriza pela sua multidisciplinaridade (CARVALHO, 1996; SILVEIRA et al., 2002), e, com isso, há uma grande necessidade de democratização da ciência, pois o saber produzido não pode ficar restrito às Universidades ou aos laboratórios de pesquisa, mas deve chegar aos professores e, conseqüentemente aos seus alunos. Através de uma educação científica que permita o entendimento de um processo natural importante dentro da imunologia, como a interação entre diferentes patógenos e as células hospedeiras, os objetivos são possíveis de serem alcançados de uma maneira mais simples, sem grandes esforços, pelos seus atores, com um dinamismo que converte o aprendizado em um modelo ideal inserido na educação qualificada. Entender como uma célula imunológica

modula seus genes de acordo com a infecção permite formar uma rede integrativa de processos bioquímicos, promovendo um avanço significativo dos conhecimentos na ciência básica. Há uma integração das técnicas moleculares para tentarmos compreender a biologia atrelada a cada parasito e a infecção que ele causa (CAVALCANTI et al., 2008; KRALIK & RICCHI, 2017). Foi a partir do nascimento da genética, como ciência primordial, que houve a possibilidade de estipular protocolos experimentais que permitiram uma explosão de informações (GOLDENBERG, 2002).

Toda essa gama de informações nos permite conhecer melhor o patógeno e sua patogenicidade? Apesar das respostas ainda serem incertas, o objetivo é continuar desenvolvendo as técnicas moleculares a fim de esmiuçar todos os parâmetros relacionados às diversas infecções. Mas, para que isso seja aprimorado, a educação científica também tem o seu papel transformador, cujo objetivo deve ser formar cidadãos capacitados não somente em ações diretas na biotecnologia, mas no crescimento de saberes e, principalmente, na sua transmissão a toda a sociedade. Para isso, diferentes metodologias ativas e participativas no conjunto de seus atores passam a permitir discussões válidas, que envolvem os temas propostos e, conseqüentemente, espera-se uma melhor compreensão por todos os participantes. A utilização de artigos científicos da atualidade, contendo estudos de casos, consegue demonstrar, não somente o crescimento exponencial das pesquisas básicas, mas, principalmente, correlaciona os diversos saberes que abrangem o tema dessa proposta de aula voltada para o ensino da integração entre Imunologia e Biologia Molecular na interação entre parasito-hospedeiro.

## Referências

- CARVALHO, A.M.P. **Biotecnologia**: Ciência e tecnologia no Brasil: a capacitação brasileira para a pesquisa tecnológica e científica. Rio de Janeiro. Editora Fundação Getúlio Vargas, 1996.
- CAVALCANTI, M.P.; LORENA, V.M.B.; GOMES, Y.M. Avanços biotecnológicos

- para o diagnóstico das doenças infecciosas e parasitárias. **Revista de Patologia Tropical**, v. 37, n. 1, p. 1-14, 2008.
- CICUTO, C.; PAZINATO, M.; TORRES, B.B. Teaching Metabolism with Scientific Articles: A New Approach. **Biochemistry and Molecular Biology Education**, v. 47, n. 1, p. 85–92, 2019.
- GÓES, A.C.S.; OLIVEIRA, B.V.X. Projeto Genoma Humano: um retrato da construção do conhecimento científico sob a ótica da revista Ciência Hoje. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 20, n. 3, 2014.
- GOLDENBERG, S. Ferramentas de análise molecular e os agentes das grandes endemias. *Ciência e Saúde Coletiva*. 70(1): 45-47, 2002.
- KAMIYA T, MIDEO N, ALIZON S. Coevolution of virulence and immunosuppression in multiple infections. *J Evol Biol*. 31(7):995-1005, 2018.
- KRALIK, P. & RICCHI, M. A Basic Guide to Real Time PCR in Microbial Diagnostics: Definitions, Parameters, and Everything. *Front Microbiol*. 8:108, 2017.
- KRASILCHIK, M. **Prática de ensino de biologia**. 4ª ed. São Paulo. Editora da Universidade de São Paulo, 2004.
- MELO, J.R.; CARMO, E.M. Investigações sobre o ensino de Genética e Biologia Molecular no Ensino Médio Brasileiro: Reflexões sobre as publicações científicas. *Ciência & Educação*, v.15, n.3, p.593-611, 2009.
- OLIVEIRA, D.P.; FERREIRA, M. Percepções de genética, biologia molecular e biotecnologia dos professores de ciências e biologia de escolas do Tocantins e Amazonas. *Revista Cereus* v.10, n.4, 2018.
- PEDRANCINI, V.; CORAZZA-NUNES, M.J.; GALUCH, M.T.B.; MOREIRA, A.L.O.R.; RIBEIRO, A.C. **Ensino e aprendizagem de Biologia no Ensino Médio e apropriação do saber científico e biotecnológico**. *Revista eletrônica de Enseñanza de las Ciencias*, 6(2): 299-309, 2007.
- SALIM, D.C.; AKIMOTO, A.K.; RIBEIRO, G.B.L.; PEDROSA, M.A.F.; KLAUTAU-GUMARÃES, M.N.; OLIVEIRA, S.F. **O baralho como ferramenta no ensino de genética**. *Genética na Escola*, 1: 6-9, 2007.
- SILVEIRA, J.M.J.; FUTINO, A.M.; OLALDE, A.R. **Biotecnologia: Corporações, financiamento da inovação e novas formas organizacionais**. *Revista Economia e Sociedade*, 18, Campinas – Unicamp, 2002.
- VITÓRIA, A.B.; SOUZA, J.Y.K.; ANDRADE, M.B. **Amigoácidos: uma proposta lúdica para o ensino de biologia molecular**. SBC - Proceedings of SBGames, Education Track - Short Papers, 2018.

WEISSMAN, J.L.; HOLMES, R.; BARRANGOU, R.; MOINEAU, S.; FAGAN, W.F.;  
LEVIN, B.; and JOHNSON P.L.F. **Immune loss as a driver of coexistence  
during host-phage coevolution.** *The ISME Journal* 12, 585–597, 2018.

ÁISLAN DE CARVALHO VIVARINI  
BIANCA CRISTINA DUARTE VIVARINI

2

**TEACHING  
IMMUNOLOGY THROUGH  
MOLECULAR BIOLOGY:  
PARASITE-HOST  
INTERACTION  
APPROACHES**

TRANSLATOR  
EDITH JANZEN VANDERLINDE

## Introduction

All microorganisms alter the physiologic balance of their hosts. That interaction is an evolutionary process in conjunction with the host developing defenses against the parasite, which in turn breaks such barriers with its genetic variability (KAMIYA *et al.*, 2018). In that relation of two organisms with very distinct genetic constitutions, the differential expression of its genes will modulate the destiny of both (WEISSMAN *et al.*, 2018). But how can science bring understanding to the biology of that system using diverse molecular methodologies, and along with that facilitate the development of teaching methods aimed at the comprehension of the parasite-host interaction immunology?

The torrent of information coming from recent scientific findings, mainly in the molecular biology field, is progressively expanding from the academic world to the public in general (PEDRANCINE *et al.*, 2007; MELO & CARMO, 2009). The subject of Immunology and Molecular Biology stands as primary knowledge for the understanding of living beings in general, allowing students to build associations with the other subjects of the courses in biology and medical fields (SALIM *et al.*, 2007). Biology is inserted into the students' daily life through magazines, newspapers, internet, among others, and the professor can help ensure the elucidation of the news being conveyed (OLIVEIRA & FERREIRA, 2018). It is important professors organize, articulate, and address the contents of immunology using a selection of diversified activities that will motivate the students and provide an assessment of results, to increase the students' interest and creativity, promote critical thinking and encourage teamwork, from which, consecutively, there will be a qualitative change in the teaching and learning process (KRASILCHIK, 2004; VITORIA *et al.*, 2018).

This study's warrant and aim is the deployment of active and participatory methodologies in the study and teaching-learning of Molecular Biology concepts, by

using the approach of its main techniques aimed at Immunology and that will refer to the understanding of the relation between parasites and hosts, enabling the achievement of broad, critical, and diversified knowledge regarding that system of interaction and its evolution.

### **Undergraduate or graduate degree**

The didactic sequence will be directed at the undergraduate courses in the areas of biological and medical sciences, which does not exclude the possibility of it also being used for graduate degree courses in those areas.

Science and technology are present in all sectors of contemporary life, causing profound economic, political, social, and cultural transformations. The approach of new topics will require an intimate connection of the professor to the community and to current research, to be able to approach relevant subjects that will not disorient the students, but that will contribute to the improvement of the quality of life in the general population (GÓES & OLIVEIRA, 2014). Therefore, it should be generally known that the topics in the area of Molecular Biology are interdisciplinary and strongly associated with diverse branches of Immunology. The new technologies deriving from such knowledge have made it possible to master innumerable lab techniques that enable the multiplication of those sciences.

With that, the population needs to know those areas in order to give their opinion on the debates in today's world. In courses and subjects that discuss immunology, the improvement of the debates and the generation of critical knowledge can be attained by understanding how a concept has been discovered and developed, very often by using Molecular Biology to comprehend the complex system of the interaction between different organisms.

## **Subject**

The teaching methodology is focused on the undergraduate subject of Basic Immunology, which can also be used in graduate courses in the fields of health and biological sciences. Due to the requirement of previous knowledge in the field of Molecular Biology, classes will be offered to students starting at the fourth or fifth period of the graduate degree course, since the syllabus normally includes those topics around the middle of the course. The combination of methodologies within the Molecular Biology and Immunology Education strengthens knowledge in both and makes its applicability evident.

## **Lesson topic**

The topic of the lessons will be the Molecular Biology studies of the parasite-host interaction. Starting with knowledge generated by science regarding the diverse molecular processes involved in the interaction between parasites and host cells, classes will be based on the studies of immunomodulatory genes which are triggered during cell interaction. Within that thematic, the discussion may approach diverse different aspects and at the same time: dependents within this system and immunological model, such as the action of inflammatory cytokines; receptors that recognize pathogenic molecules; enzymes with the action of generating microbicidal products; proteins that take part in phagocytosis as well as the modulation of important genes that regulate the infection response profile, as for example, innumerable protein kinases and phosphatases. For the understanding of all those different factors, the knowledge of Molecular Biology and its techniques of general and specific applicability increase and strengthen the comprehension of the multidisciplinary aspect of the topic during the lesson, with the possibility of biotechnological, commercial and academic applications.



## Contents

Based on the topic of Molecular Biology usage in the study of parasite-host interaction, we will approach contents targeting identification, quantification and functions of the host cell genes that are important during the infection. In this context, through the understanding of different molecular techniques, professors and students, the protagonists of this joint learning, will have the tools to discuss from the initial interaction between cells to how the signaling modulation takes place in the attempt of triggering the microbicidal system of the host or the subversion in favor of the parasites. As a result, the didactic sequence will initially be based on the understanding of that molecular interaction, and subsequently, discuss how the identification and quantification of certain immunomodulatory genes of host cells can provide us a broad understanding of that system.

## Objectives

### *General objective*

- Understand the diverse molecular mechanisms that trigger immunological responses during an interaction with pathogens, and subsequently correlate the concepts of the techniques and basic principles of Molecular Biology to clinical manifestations in case studies.

### *Specific objectives*

- Understand the applicability of the RT-PCR technique in the study of the modulation of the genes involved during an infection;
- Discuss the importance of the Western-blot technique in the context of metabolic alteration in response to the stimulus of a parasite;

- Know the importance and applicability of the studies of the promoters of modulated genes in the infection through reporter gene trials and chromatin immunoprecipitation.

## **Methodology**

The set of chained and interconnected activities will be based on case studies, with an initial presentation of the topic through informative and updated slides in which the experimental bases of Molecular Biology will be explained and its methods will be discussed.

Articles and complementary underlying texts that refer to the interaction between pathogens and host cells will be given to the pre-established groups besides a guiding directed study of the basic concepts of Molecular Biology. The choice of texts will be according to the interest of the professor, and must be related to the interaction between species, and must necessarily address molecular biology methodologies that help elucidate the problem in the system being studied, besides presenting immunological factors that modulate the infection. Among the expected methodologies, the PCR techniques and their variations, the Western-blot and the study of gene promoters will be included.

The directed study is based on theoretical aspects of the Molecular Biology methodologies mentioned above. It will contain the basic and essential concepts that will enable the acquisition of a more coherent and specialized understanding of the articles that will be given to each pre-established group (CICUTO *et al.*, 2019). In this directed study, it is expected that students show protagonism related to the resolution of the questions and to the posterior discussion with the professor.

After the first lecture and with the provision of complementary texts, the students will be equipped with the theoretical tools to answer the directed study and to accomplish all the subsequent stages. In this class, the professor will approach

aspects of basic Molecular Biology and present the main methodological trials used in research, mainly focusing on the area of Immunology. In addition to those concepts, the professor will elucidate important points in the relation of host cells and the interaction with different pathogens.

After the activity, the next step will be the discussion of cases based on questionnaires developed for each topic of the articles. The questionnaires will be idealized by the professor according to each content of the articles, aimed at logical and argumentative thinking, centered on the objectives of the authors of the manuscripts, mainly trying to understand not only the methodologies being used, but also the reasons why the methods have been chosen in the pursuit of the expected results. The questionnaires will be given to the whole class, not only to those students who will present the related article. This way, more extensive participation is expected.

Soon after the discussion between the groups, the last activity planned will be a presentation in the form of a seminar of the articles. The students will have a 30-to-40-minute slide presentation, during which they will approach the immunological aspects and the molecular methodologies that have been used in the understanding of the assignment. During presentations, the whole class will be encouraged to engage in discussion, questioning and comments in general regarding the topic, as a final assessment activity.

As part of the assessment, the final concepts of the students will be defined basically based on the questionnaires and the presentations of the articles throughout the proposed activities, better explained in the part of evaluation correlated to the perspective of goal achievement, once the main educational methodology idea is that the group itself discuss the matter and subsequently present the answers obtained after the studies.

Tabela 2.1: stages of the didactic sequence.

Stage	Description	Duration
<p>A lecture on the main methodologies used by Molecular Biology in immunological studies. Distribution of the Directed Study and complementary texts after class.</p>	<p>The professor will initially present the main methodologies of molecular identification which will be discussed during the activities that have been planned for the lessons, showing arguments for the chosen parameters, and resolving any doubts.</p>	<p>Lecture of approximately 2 hours.</p>
<p>Distribution of articles Task's instructions. Distribution of the article that will be presented by the professor in the next stage.</p>	<p>The distribution of the materials will be directed to each task solution. The explanation of the required molecular biology methodologies [1] [BV2] s (discussed in the earlier stage) and the presentation forms, as well as deadlines, need to be very clear to all actors of the class, so that, in the next stage, the students will have the example of the professor and his form of textual presentation and interpretation of articles</p>	<p>40 minutes for explanation and distribution of texts.</p>

<p>Discussion lesson of an article based on the main methodologies by the professor.</p>	<p>The professor will distribute an article to the whole class 1 week ahead of time, indicating previous reading. On the discussion lesson day, the professor will present the data obtained by the authors of the article to all, as a way of exemplifying the way methodologies will be interpreted, discussed and presented in order to guide the activity.</p>	<p>Presentation of 1 hour.</p>
<p>Discussion of articles and basic texts previously given to the students.</p>	<p>The professor will initiate the discussion of the topics of the article referring to each group, based on previously prepared questionnaires [3] [BV4], encouraging all to participate.</p>	<p>Between 20 to 30 minutes for each group</p>
<p>The presentation of articles.</p>	<p>Each group will present their topic and the referred article to the whole class, by making use of slides and an overhead projector. During the presentations, it is expected to see doubts, observations, and discussions about the usage of Molecular Biology for the understanding of immunologic processes.</p>	<p>Between 30 to 40 minutes for each group.</p>

## **Resources**

Some resources will be used for the lesson to facilitate learning and the dynamics between the actors. Firstly, the room will have an overhead projector and a computer to demonstrate illustrations and concepts referring to the basic understanding of the interaction process between different pathogens and host cells, focusing on the immunological response concerned with the action of important genes in that system. Thereafter, printed questions containing important concepts will be handed out to be worked on according to the articles previously made available to the groups. With such accessible and easily developed resources, the objectives of the lesson will be obtainable.

## **Assessment**

The assessment of this lesson, a proposal within the subject of Basic Immunology, is based on two groups of activities. The first will be through the discussion of clinical cases in scientific essays selected by the professor, based on the resolution of questionnaires previously distributed to each group. Such participation will be encouraged by the professor, who will individually evaluate the participation in the discussion, taking the answers to the questionnaires as a first evaluation approach. According to the answers of each group, related to each article, concepts will be attributed to those who achieved the objectives. Based on the same topic that has been previously distributed and discussed, the group will present a seminar with a 30- to 40-minute-long speech about the other aspects based on the usage of molecular biology for the study of immunology, which will serve as the second evaluation activity. The assessment will mainly consider the rational aspect of the approaches of molecular techniques as tools for the study of Immunology.[5] [BV6]

## Conclusion

Biotechnology is characterized by its multidisciplinary aspect, (CARVALHO, 1996; SILVEIRA et al., 2002) and, with that, comes a major need for democratization of science, as the knowledge being produced cannot be restricted to universities or research labs, but needs to get to professors, and consequently to their students. It is through scientific education which allows an understanding of an important natural process within immunology, such as the interaction of different pathogens and the host cells, that it becomes possible to achieve the objectives in a simpler way, without major efforts of its actors, with this dynamism that converts learning into an ideal model to be inserted in qualified education. Understanding how an immunological cell modulates its genes according to an infection permits the formation of an integrative network of biochemical processes, promoting significant advances in basic science knowledge. There is an integration of techniques that help us understand the biology linked to each parasite and the infection it can cause (CAVALCANTI et al., 2008; KRALIK & RICCHI, 2017). Since the birth of genetics, as a primary science, it became possible to stipulate experimental protocols that allow an explosion of information (GOLDENBERG, 2002).

Does all this gamut of information allow us to get to know the pathogen and its pathogenicity better? Although answers are still uncertain, the objective is to keep developing molecular techniques in order to explain in detail all parameters related to diverse infections. But, for it to be perfected, scientific education also has its transformative role, with its goal of graduating citizens capable not only of direct actions in biotechnology, but in the growth of knowledge, and most of all, of its transmission to all society. For that, different methodologies, both active and participatory, in the ensemble of its actors, will allow valid arguments involving the proposed topics, and consequently, a better comprehension of all participants is to be expected. The usage of scientific articles of the present time, containing case

studies, not only manages to show the growth of basic research but, most of all, to correlate diverse knowledge that encompasses the topic of this lesson proposal focused on the teaching of the integration of Immunology and Molecular Biology in the parasite-host interaction.

## References

- CARVALHO, A.M.P. Biotecnologia: Ciência e tecnologia no Brasil: a capacitação brasileira para a pesquisa tecnológica e científica. Rio de Janeiro. Editora Fundação Getúlio Vargas, 1996.
- CAVALCANTI, M.P.; LORENA, V.M.B.; GOMES, Y.M. Avanços biotecnológicos para o diagnóstico das doenças infecciosas e parasitárias. *Revista de Patologia Tropical*. Vol. 37 (1): 1-14, 2008.
- CICUTO, C.; PAZINATO, M.; TORRES, B.B. Teaching Metabolism with Scientific Articles: A New Approach. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 47 (1): 85–92, 2019.
- GÓES, A.C.S.; OLIVEIRA, B.V.X. Projeto Genoma Humano: um retrato da construção do conhecimento científico sob a ótica da revista *Ciência Hoje*. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 20, n. 3, 2014.
- GOLDENBERG, S. Ferramentas de análise molecular e os agentes das grandes endemias. *Ciência e Saúde Coletiva*. 70(1): 45-47, 2002.
- KAMIYA T, MIDEO N, ALIZON S. Coevolution of virulence and immunosuppression in multiple infections. *J Evol Biol*. 31(7):995-1005, 2018.
- KRALIK, P. & RICCHI, M. A Basic Guide to Real Time PCR in Microbial Diagnostics: Definitions, Parameters, and Everything. *Front Microbiol*. 8:108, 2017.
- KRASILCHIK, M. *Prática de ensino de biologia*. 4ª ed. São Paulo. Editora da Universidade de São Paulo, 2004.
- MELO, J.R.; CARMO, E.M. Investigações sobre o ensino de Genética e Biologia Molecular no Ensino Médio Brasileiro: Reflexões sobre as publicações científicas. *Ciência & Educação*, v.15, n.3, p.593-611, 2009.
- OLIVEIRA, D.P.; FERREIRA, M. Percepções de genética, biologia molecular e biotecnologia dos professores de ciências e biologia de escolas do Tocantins e Amazonas. *Revista Cereus* v.10, n.4, 2018.
- PEDRANCINI, V.; CORAZZA-NUNES, M.J.; GALUCH, M.T.B.; MOREIRA,



- A.L.O.R.; RIBEIRO, A.C. Ensino e aprendizagem de Biologia no Ensino Médio e apropriação do saber científico e biotecnológico. Revista eletrônica de Enseñanza de las Ciências, 6(2): 299-309, 2007.
- SALIM, D.C. AKIMOTO, A.K.; RIBEIRO, G.B.L.; PEDROSA, M.A.F. KLAUTAU-GUIMARÃES, M.N.; OLIVEIRA, S.F. O baralho como ferramenta no ensino de genética. Genética na Escola, 1: 6-9, 2007.
- SILVEIRA, J.M.J.; FUTINO, A.M.; OLALDE, A.R. Biotecnologia: Corporações, financiamento da inovação e novas formas organizacionais. Revista Economia e Sociedade, 18, Campinas – Unicamp, 2002.
- VITÓRIA, A.B. SOUZA, J.Y.K.; ANDRADE, M.B. Aminoácidos: uma proposta lúdica para o ensino de biologia molecular. SBC - Proceedings of SBGames, Education Track - Short Papers, 2018.
- WEISSMAN, J.L.; HOLMES, R.; BARRANGOU, R.; MOINEAU, S.; FAGAN, W.F.; LEVIN, B.; and JOHNSON P.L.F. Immune loss as a driver of coexistence during host-phage coevolution. The ISME Journal 12, 585–597, 2018.



ANA LAURA SENEDA  
IAEL WEISSBERG MINUTENTAG  
MARIANA RODRIGUES SANTESSO  
VANESSA DAS GRAÇAS PEREIRA DE  
SOUZA

3

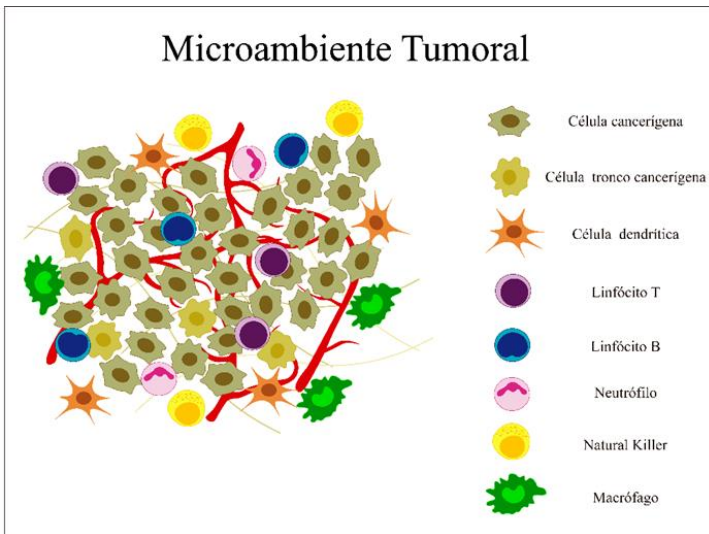
**IMUNOLOGIA DE  
TUMORES: RESPOSTA  
IMUNE ANTITUMORAL,  
EVASÃO TUMORAL E  
IMUNOTERAPIA**

## Introdução

O sistema imune é capaz de reconhecer e eliminar células cancerígenas, mantendo células saudáveis, e de se adaptar à evolução tumoral. A resposta antitumoral consiste em: eliminação das células malignas; equilíbrio, em que variantes celulares raras não destruídas têm seu crescimento inibido pelo sistema imune; e escape, em que células tumorais induzem um estado imunossupressor no microambiente tumoral (TME, do inglês *tumour microenvironment*) (POUPOT, 2021).

O TME é heterogêneo e complexo, formado por células normais e tumorais, por células imunes e por componentes da matriz extracelular, como mostrado na Figura 3.1 (LAPLAGNE et al., 2019). As células imunes, além de combater o tumor, também podem desempenhar um papel duplo, manipulando o microambiente e construindo redes imunossupressoras impulsionadas por mediadores que facilitam o crescimento e a progressão tumoral (POUPOT, 2021).

Figura 3.1 Células do sistema imune em um microambiente tumoral.



Fonte: elaborada pelos autores.

A promoção tumoral pelo sistema imune é contraditória e amplamente investigada (ABBAS, 2019). Assim, a necessidade de conhecer a fundo os mecanismos imunes responsáveis pela supressão tumoral é fundamental para a criação de novas ferramentas imunoterápicas que visem o restabelecimento da resposta antitumoral. Logo, neste capítulo, propomos uma sequência didática com os seguintes conteúdos: microambiente tumoral, apresentação dos antígenos tumorais, ativação da resposta imune tumoral, mecanismos de evasão tumoral e imunoterapia dos tumores. Além disso, ressaltamos, também, a importância do estudo da imunologia do câncer, bem como a inserção de uma visão global sobre os avanços na área de pesquisa em imunologia e oncologia.

### **Curso de graduação ou pós-graduação**

Sugerimos que a sequência didática aqui proposta esteja presente nos Cursos de Graduação e Pós-Graduação da Área da Saúde, como Biologia/Ciências Biológicas, Biomedicina/Ciências Biomédicas, Enfermagem, Farmácia e Medicina. Os profissionais formados nessa área estão envolvidos direta e indiretamente em ações de prevenção e promoção da saúde, bem como em ações de pesquisa e ensino, sendo necessária uma formação acadêmica multidisciplinar sólida, com embasamento teórico e desenvolvimento de atividades práticas para fixação do conteúdo.

Portanto, entendemos que é essencial aos discentes dos cursos da Área da Saúde compreenderem os fenômenos celulares e moleculares adjacentes à resposta imunológica no desenvolvimento de tumores.

### **Disciplina**

A sequência didática aqui proposta pode fazer parte do conteúdo programático das seguintes disciplinas: Imunologia básica, Imunologia aplicada ou Imunologia molecular; Oncologia ou Oncologia Molecular. Como pré-requisitos, é

necessário que os alunos tenham cursado disciplinas como Biologia Celular, Genética Básica, Histologia e Imunologia Básica. Portanto, recomendamos que os alunos realizem a disciplina no 4º ou 5º semestre. Adicionalmente, este material poderá ser utilizado para disciplinas de programas de pós-graduação voltadas para biologia molecular, imunologia e oncologia como Imunologia dos tumores, Introdução ao microambiente tumoral, Oncologia molecular, entre outras.

### **Tema da aula**

O tema Imunologia dos Tumores é fundamental para o melhor entendimento das interações hospedeiro-tumor, permitindo compreender a atuação do sistema imune, assim como os mecanismos empregados pelo tumor para evasão da resposta imune. Tais conhecimentos darão suporte ao desenvolvimento de estratégias terapêuticas que visem o restabelecimento da saúde e o aumento da qualidade de vida dos pacientes.

### **Conteúdo**

A partir do tema Imunologia dos Tumores, os conteúdos serão abordados na seguinte ordem: microambiente tumoral; antígenos tumorais; ativação da resposta imune tumoral; mecanismos de evasão tumoral; imunoterapia para tumores.

As aulas são pensadas a fim de permitir que os discentes adquiram sólida fundamentação teórica sobre os mecanismos de resposta imunológica aos tumores e à imunoterapia. O conteúdo proposto objetiva a construção de um processo de ensino-aprendizagem lógico para entendimento dos conceitos apresentados, e tem por foco principalmente a abordagem dos mecanismos que permeiam a resposta imunológica aos tumores.

## **Objetivos**

### *Objetivos gerais*

- Propiciar aos discentes fundamentações teóricas para a compreensão dos mecanismos celulares e moleculares da resposta imunológica ao desenvolvimento de tumores.

### *Objetivos específicos*

- Apresentar as evidências de respostas imune aos tumores;
- Expor as mudanças nas populações celulares imunes relacionadas aos tumores;
- Identificar os fatores do hospedeiro que afetam a progressão tumoral;
- Apresentar os mecanismos tumorais que possibilitam a evasão do sistema imune;
- Evidenciar as principais estratégias da imunoterapia de tumores.

## **Metodologia**

A sequência didática será composta por 6 aulas: Microambiente Tumoral, Antígenos tumorais, Ativação da resposta imune tumoral I e II, Mecanismos de evasão tumoral e Imunoterapia para tumores (Tabela 1). Sugerimos o uso de metodologias ativas e de aulas expositivas, possibilitando a revisão e a aplicação dos conteúdos teóricos em atividades interativas.

Também sugerimos que, ao início e ao término da disciplina, sejam aplicadas Avaliações de Aprendizagem I e II, respectivamente, para mensurar a aprendizagem dos alunos. Esse instrumento também permitirá diagnosticar a situação disciplinar do curso e detectar fragilidades e potencialidades dos recursos didáticos propostos.

Para introduzir o tema de Imunologia dos Tumores, propomos que seja feito

um *brainstorming*<sup>1</sup>, de forma oral, em que os alunos levantem palavras e conceitos relacionados, baseados em seus conhecimentos prévios. Essa atividade deverá ser dividida em duas etapas: (1) momento de exposição de ideias, que deverá durar em torno de 3 minutos, em que o professor mantém a atividade rápida e dinâmica; e (2) discussão da relevância das ideias apresentadas.

Recomendamos que os tópicos “Microambiente tumoral”, “Ativação da Resposta Imune I e II” e “Mecanismos da evasão tumoral” sejam realizados no modelo de aula teórica, visto que são conteúdos-base que servirão como alicerce para futuras discussões ao longo da disciplina. As aulas teóricas poderão ser baseadas em exposições de slides com conteúdo de textos e imagens.

Propomos a utilização do método de sala de aula invertida para a abordagem dos tópicos “Antígenos tumorais” e “Imunoterapia para Tumores”, pois estes se apoiam fortemente na integração de conceitos apresentados previamente. Nesse método de ensino, os alunos serão orientados a pesquisar sobre os conteúdos propostos, apresentá-los e discuti-los, sob supervisão do professor.

Ao realizar as atividades de fixação, para aumentar o envolvimento da turma com o conteúdo, propomos uma abordagem *gamificada* por meio de um jogo de perguntas e respostas *online* no formato de competição, aplicado ao final de cada conteúdo e seguido da discussão das questões.

Durante a disciplina, recomendamos que o professor selecione capítulos de livros e/ou artigos científicos para que os alunos possam aprofundar seus conhecimentos sobre os temas. O plantão de dúvidas poderá ser realizado pelo professor para o esclarecimento de dúvidas pontuais dos alunos.

Os alunos poderão ser divididos em grupos com a finalidade de realizar apresentações do tipo seminário, abordando subtemas relacionados ao tema geral,

---

<sup>1</sup>*Brainstorming*: técnica de discussão em grupo que se vale da contribuição espontânea de ideias por parte de todos os participantes, no intuito de conceber um trabalho criativo (Fonte: *Oxford Languages*).

ao final desta sequência didática.

Essa disciplina pode ser ministrada tanto na forma presencial quanto no formato de Ensino à Distância (EaD), por meio de encontros síncronos de videoconferência.

Tabela 3.1 Sequência didática proposta.

<b>Etapa</b>	<b>Descrição</b>	<b>Duração</b>
Avaliação da Aprendizagem I	Aplicação de um questionário para avaliar o conhecimento prévio dos alunos sobre imunologia dos tumores.	1 hora
Brainstorming	Introdução à temática da imunologia dos tumores por meio do resgate do conhecimento prévio dos alunos, baseado na Avaliação da Aprendizagem I.	10 minutos
Microambiente tumoral	Aula teórica abordando a composição e o papel do microambiente tumoral na progressão do câncer.	1 hora
Antígenos tumorais	Aula no modelo “sala de aula invertida” em que os alunos fazem apresentações com os seguintes temas: produtos gênicos mutados e expressos anormalmente, antígenos de vírus oncogênicos, antígenos oncofetais, antígenos glicoprotéicos e glicolipídeos.	1 hora
Ativação da resposta imune tumoral I	Aula teórica abordando os principais mecanismos de resposta imune inata do hospedeiro aos tumores.	2 horas
Ativação da resposta imune tumoral II	Aula teórica abordando os principais mecanismos de resposta imune adaptativa do hospedeiro aos tumores.	2 horas



Mecanismos de Evasão Tumoral	Aula teórica abordando o escape do reconhecimento imune por perda da expressão de antígeno e inibição ativa das respostas imunes.	2 horas
Imunoterapia para Tumores	Aula no modelo “sala de aula invertida” em que os alunos discutem as estratégias para estimulação das respostas imunes ativas do hospedeiro contra tumores e imunoterapia passiva para tumores com células T e anticorpos.	1 hora
Atividade de fixação	<i>Gamificação</i> : utilização do recurso Kahoot promovendo um jogo de perguntas e respostas <sup>2</sup> .	40 minutos
Leitura dirigida	Capítulos de livros e artigos científicos dentro dos temas propostos que deverão ser previamente indicados.	Estudo Dirigido
Plantão de dúvidas	Discussão de temas pertinentes aos alunos.	–
Avaliação da Aprendizagem II	Reaplicar a avaliação prévia para explorar a aprendizagem dos alunos após o conteúdo lecionado.	–
Avaliação	Participação nas aulas, apresentação de seminários e autoavaliação.	–

Fonte: elaborada pelos autores

---

<sup>2</sup>As questões devem ser elaboradas de acordo com o perfil de cada turma, por isso não foram disponibilizadas neste capítulo.

## Recursos

### *Estratégias de ensino/aprendizagem*

Aulas expositivas, leitura dirigida e vídeos ilustrativos.

### *Recursos didáticos*

- Projetor multimídia para projeção de slides;
- Conexão à internet, para que alunos possam acessar as atividades *online*, como as atividades de fixação que poderão ser realizadas através da plataforma Kahoot® (<https://kahoot.com/>), que permite a realização de jogos de perguntas e respostas previamente formuladas pelo professor durante a aula.

### **Bibliografia sugerida<sup>3</sup>**

- ABBAS, Abul K.; PILLAI, Shiv; LICHTMAN, Andrew H. **Imunologia: Celular e Molecular**. 9 ed. Rio De Janeiro: Editora Elsevier Ltda, 2019.
- COSTA, Gercimar Martins Cabral (org.). **Metodologias ativas: métodos e práticas para o século XXI**. Quirinópolis: IGM, 2020.
- KUMAR, Vinay; K. ABBAS, Abul; C. ASTER, Jon. Capítulo 7, Neoplasia. In: KUMAR, Vinay; K. ABBAS, Abul; C. ASTER, Jon. Robbins & Cotran **Patologia: Bases Patológicas das Doenças**. 9ª. ed. [S. l.]: Elsevier, 2016.
- LAMIM-GUEDES, Valdir (org.). Metodologias ativas: Diferentes abordagens e suas aplicações. São Paulo: Na Raiz, 2021.

---

<sup>3</sup>Os livros indicados na bibliografia são referências na área de estudo, no entanto o professor tem liberdade para recomendar outros volumes. Não foram sugeridos artigos científicos pois a literatura está em constante evolução, ficando a cargo do professor pesquisar e recomendar os artigos mais recentes.

## Avaliação

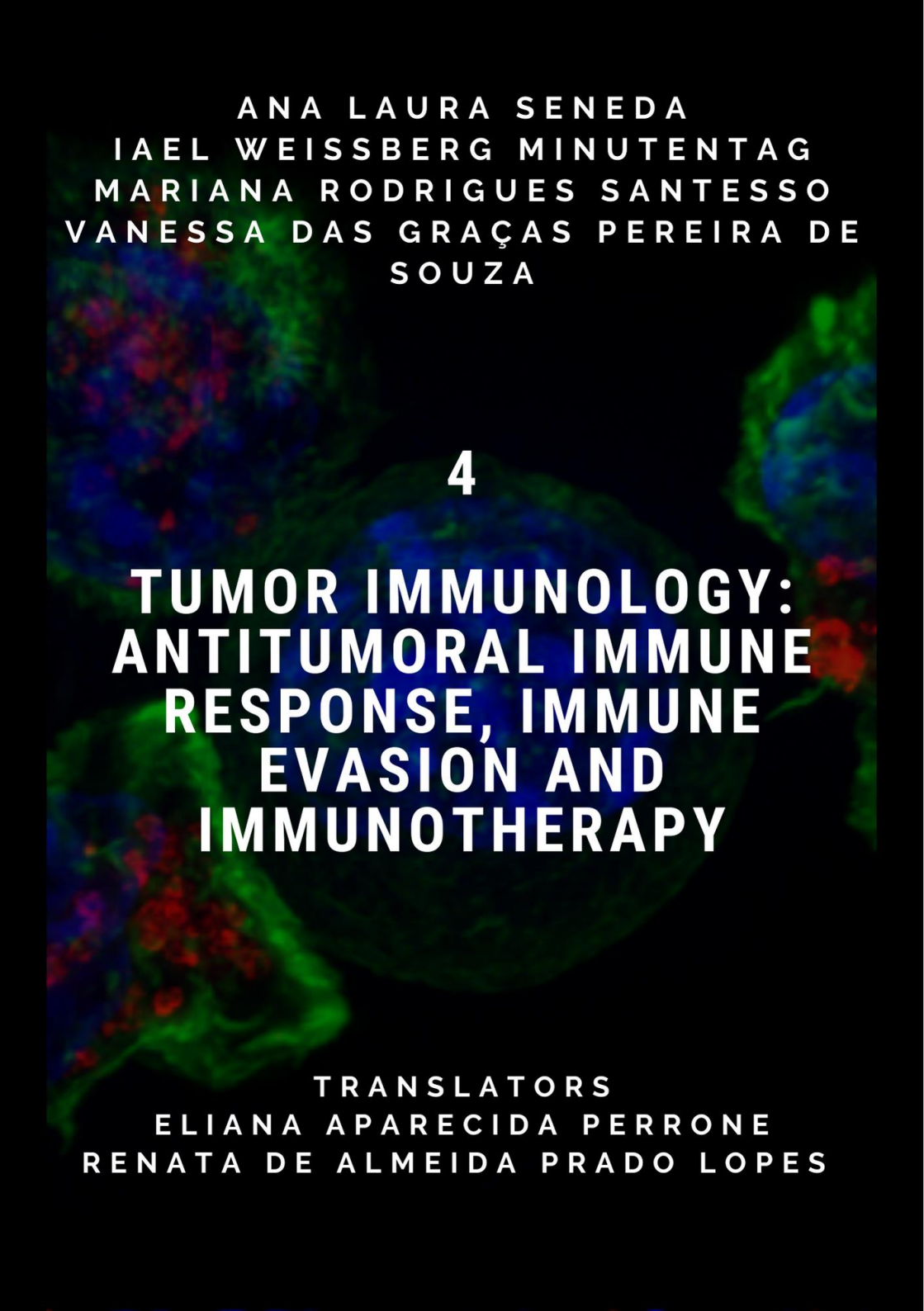
A avaliação poderá ser formada por três quesitos: participação nas discussões (0 a 3), apresentação dos seminários (0 a 4) e autoavaliação (0 a 3), sendo a soma final igual a 10. Sugerimos que cada grupo participe, juntamente com professor, da avaliação dos seminários, a fim de promover a capacidade de avaliação crítica dos alunos. Acreditamos que esses métodos de avaliação certificam o processo de aprendizagem, visto que refletem os resultados atingidos.

## Conclusão

As metodologias propostas e a sequência didática aqui apresentadas poderão contribuir com o processo de ensino-aprendizagem eficaz acerca do tema Imunologia dos tumores.

## Referências Bibliográficas

- ABBAS, Abul K.; PILLAI, Shiv; LICHTMAN, Andrew H. **Imunologia: Celular e Molecular**. 9 ed. Rio De Janeiro: Editora Elsevier Ltda, 2019.
- LAPLAGNE, C. et al. **Latest advances in targeting the tumor microenvironment for tumor suppression**. International Journal of Molecular Sciences, v. 20, n. 19, 2019.
- POUPOT, M. **Why target innate immune cells in cancers?** Cancers, v. 13, n. 4, p. 1–2, 2021.



ANA LAURA SENEDA  
IAEL WEISSBERG MINUTENTAG  
MARIANA RODRIGUES SANTESSO  
VANESSA DAS GRAÇAS PEREIRA DE  
SOUZA

4

**TUMOR IMMUNOLOGY:  
ANTITUMORAL IMMUNE  
RESPONSE, IMMUNE  
EVASION AND  
IMMUNOTHERAPY**

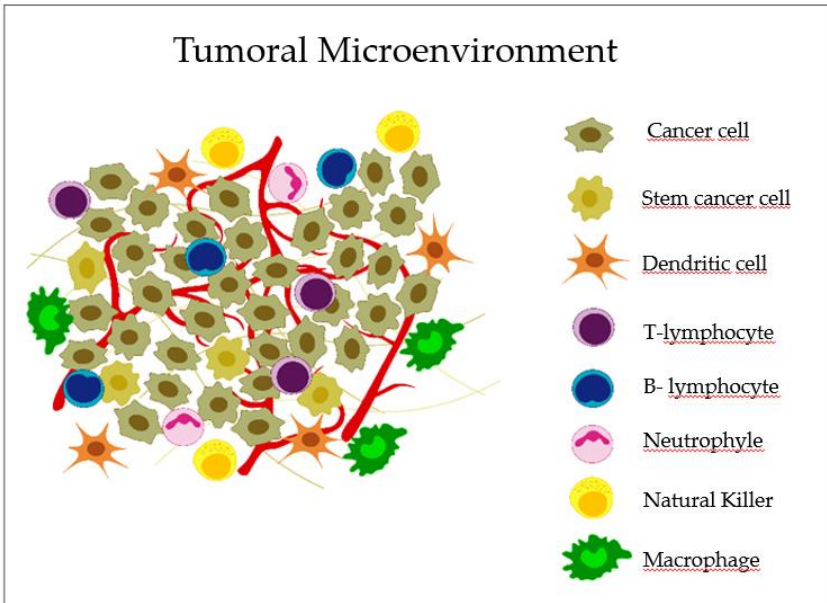
TRANSLATORS  
ELIANA APARECIDA PERRONE  
RENATA DE ALMEIDA PRADO LOPES

## Introduction

The immune system is able to recognize and eliminate cancer cells, while keeping healthy cells and adapting to tumor evolution. Antitumor response is composed of malignant cell elimination; balance with growth inhibition of rare cell variants preserved; and escape, by cancer cells inducing immunosuppressive status of the tumoral microenvironment (TME from tumor microenvironment) (POUPOT, 2021).

The TME is complex and heterogeneous, composed of normal and tumoral cells, immune cells and extracellular matrix (Fig. 4.1) (LAPAGNE et al. 2019). The immune cells, in addition to combating the tumor, can also play a dual function by manipulating the microenvironment and building immunosuppressive networks boosted by mediators smoothing tumor growth and progression (POUPOT, 2021).

Figura 4.1 Immune system cells in a tumor microenvironment.



Source: elaborated by authors

Immune system tumor promotion is controversial and widely studied (ABBAS, 2019). So, it is crucial to have in-depth knowledge of the immune mechanisms responsible for tumoral suppression for the creation of new immunotherapeutic tools aimed at restoring the antitumor response. Therefore, in this chapter, we propose a didactic sequence with the following contents: tumor microenvironment, presentation of tumor antigens, activation of tumor immune response, mechanisms of tumor evasion and immunotherapy of tumors. In addition, we also emphasize the importance of the study of cancer immunology, as well as the insertion of a global vision on the advances in the field of immunology and oncology research.

### **Undergraduate and graduate courses**

We suggest that the didactic sequence proposed here be present in undergraduate and graduate courses in health professions as Biology/Biological Sciences, Biomedicine/ Biomedical Sciences. Nursing, Pharmacy and Medicine. Professionals with a degree in this area engage in the prevention and promotion of health actions, directly and indirectly, as well as in research and teaching actions. To fix the content, it is necessary to have a solid multidisciplinary academic background, theoretical background and practical activities development.

Therefore, we understand as essential to health area courses' students the comprehension of molecular and cellular phenomena adjacent to immune response in the tumor development.

### **Subject**

The didactic sequence proposed here can be part of the following subjects: basic immunology, applied immunology or molecular immunology, oncology or molecular oncology. Subjects such as cellular biology, basic genetics, histology and

basic immunology are prerequisites for students. Thus, we recommend that students take the course in the fourth or fifth semester. In addition, this material can be used for undergraduate subjects focused on molecular biology, immunology and oncology, such as tumor oncology, introduction to microenvironment tumor, molecular oncology among others.

### **Lesson topic**

Tumor immunology is an essential theme to better understand host-tumor interaction and the immune system performance, as well as the tumor mechanisms employed for immune response evasion. Such knowledge will support the development of therapeutic strategies aimed to health recovery and patient's quality of life improvement.

### **Content**

Based on the subject of tumor immunology, the contents will be addressed in the following order: tumor microenvironment, tumoral antigens, tumoral immune response activation, immune evasion, tumoral immunotherapy.

Classes are designed to allow students to acquire solid theoretical background about tumoral immune response mechanisms and immunotherapy. The proposed content aims to build a logical teaching-learning process for understanding the concepts presented and mainly focuses on the approach to the mechanisms that permeate the tumoral immune response.

## **Objectives**

### *Main objectives*

- To provide students with a theoretical background for understanding the cellular and molecular mechanisms of the immune response to tumor development.

### *Specific objectives*

- To present the evidence for tumoral immune responses;
- To expose the changes in immune cell populations related to tumors;
- To identify the host factors that affect tumor progression;
- To present the tumor mechanisms that enable immune system evasion;
- To evidence the main strategies of tumor immunotherapy.

## **Methodology**

The didactic sequence will be composed of six classes: tumoral microenvironment, tumoral antigens, tumoral immune response activation I and II, immune evasion, tumoral immunotherapy (Table 1). Active methodologies and expositive classes are suggested, enabling the review and application of theoretical contents in interactive activities.

Learning assessments I and II are applied at the beginning and end of the course, respectively, to measure student learning. This instrument will also identify the condition of the subject and detect weaknesses and potentialities in the proposed teaching resources.

To introduce the tumor immunology theme, we propose an oral



brainstorming, in which students suggest related words and concepts, based on their previous knowledge. This activity should be divided into two stages: (1) moment of exposition of ideas, which should last around 3 minutes, in which the teacher keeps the activity fast and dynamic; and (2) discussion of the relevance of the ideas presented.

The subjects "tumoral microenvironment", "tumoral immune response activation I and II" and "immune evasion mechanisms" can be carried out in the theoretical class model, since they are basic contents that will serve as a background for future discussions throughout the subject. Theoretical classes may be based on slideshow with text and image content.

The use of the flipped classroom method is suggested to approach the topics "tumoral antigens" and "tumoral immunotherapy", as they are heavily supported on the integration of previously presented concepts. In this teaching method, students will be guided to research the proposed contents, present and discuss them, under the supervision of the teacher.

When carrying out the consolidation exercises to increase the involvement of the class with the content, we propose a gamified approach through an online quiz with question-and-answer game in the competition format, applied at the end of each content and followed by the discussion of the questions.

During the subject, it is recommended that the teacher select chapters from books and/or scientific articles so that students can deepen their knowledge on the topics. After-class sessions may be carried out by the teacher to clarify students' occasional doubts.

Students can be divided into groups in order to hold seminar type presentations, by addressing sub-themes related to the general theme, at the end of this didactic sequence.

This discipline can be taught in person and in Distance Learning (DL) format, through synchronous video conference meetings.

Tabela 4.1: Proposed didact sequence.

Stage	Description	Duration
Learning assessments I	Application of a questionnaire to assess students' previous knowledge about tumor immunology.	1 hour
Brainstorming	Introduction to the topic of tumor immunology by retrieving students' previous knowledge, based on Learning Assessment I.	10 minutes
Tumoral microenvironment	Lecture addressing the composition and role of the tumor microenvironment in cancer progression.	1 hour
Tumoral antigens	Class in the flipped classroom model in which students make presentations on the following topics: mutated and abnormally expressed gene products, oncogenic virus antigens, oncofetal antigens, glycoprotein antigens, and glycolipids.	1 hour
Tumoral immune response activation I	Lecture addressing the main mechanisms of innate immune response of the host to tumors.	2 hours
Tumoral immune response activation II	Lecture addressing the main mechanisms of adaptive immune response of the host to tumors.	2 hours
Immune evasion mechanisms	Lecture addressing the evasion from immune recognition by loss of antigen expression and active inhibition of immune responses.	2 hours

Tumoral Immunotherapy	Class in the flipped classroom model in which students discuss strategies for stimulating active host immune responses against tumors and passive immunotherapy for tumors with T cells and antibodies.	1 hour
Fixing activity	Gamification: using the Kahoot resource by promoting a question-and-answer game <sup>1</sup> .	40 minutes
Directed reading	Chapters of books and scientific articles within the proposed themes that must be previously indicated.	Directed study
After-class sessions	Discussion of topics relevant to students.	–
Learning assessments II	Reapply the pre-assessment to explore student learning after the lectured content.	–
Evaluation	Class participation, seminar presentation, and self-assessment.	–

Source: elaborated by authors

---

<sup>1</sup> The questions should be elaborated according to the students' profile of each class, so they were not made available in this chapter.

## Resources

### *Teaching and learning strategies*

Lectures, directed reading, and illustrative videos.

### *Didact resources*

- Multimedia projector for slideshow projection;
- Internet connection, so that students can access the online activities, such as the fixation activities that can be performed through the Kahoot platform (<https://kahoot.com/>) which allows the realization of question-and-answer games previously formulated by the teacher during the class.

## Suggested Bibliography<sup>2</sup>

- ABBAS, Abul K.; PILLAI, Shiv; LICHTMAN, Andrew H.  
**Imunologia: Celular e Molecular**. 9 ed. Rio De Janeiro: Editora Elsevier Ltda, 2019.
- COSTA, Gercimar Martins Cabral (org.). **Metodologias ativas: métodos e práticas para o século XXI**. Quirinópolis: IGM, 2020.
- KUMAR, Vinay; K. ABBAS, Abul; C. ASTER, Jon. Capítulo 7, Neoplasia. In: KUMAR, Vinay; K. ABBAS, Abul; C. ASTER, Jon.

---

<sup>2</sup> The books indicated in the bibliography are references in the study area, however; the teacher is free to recommend other volumes. Scientific articles were not suggested because literature is constantly evolving, so the teacher is responsible for researching and recommending the most recent articles.

Robbins & Cotran **Patologia: Bases Patológicas das Doenças**. 9<sup>a</sup>. ed. [S. l.]: Elsevier, 2016.

- LAMIM-GUEDES, Valdir (org.). **Metodologias ativas: Diferentes abordagens e suas aplicações**. São Paulo: Na Raiz, 2021.

## Evaluation

The evaluation can be composed of three items: participation in the discussions (0 to 3), seminar presentation (0 to 4), and self-assessment (0 to 3), the final sum being equal to 10. We suggest that each group participate, along with the teacher, in the evaluation of the seminars, in order to promote students' capacity for critical evaluation. We believe that these evaluation methods certify the learning process, since they reflect the results achieved.

## Conclusion

The proposed methodologies and the didactic sequence presented here may contribute to the effective teaching and learning process about the theme immunology of tumors.

## References

- ABBAS, Abul K.; PILLAI, Shiv; LICHTMAN, Andrew H. **Imunologia: Celular e Molecular**. 9 ed. Rio de Janeiro: Editora Elsevier Ltda, 2019.
- LAPLAGNE, C. et al. Latest advances in targeting the tumor microenvironment for tumor suppression. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 20, n. 19, 2019.
- POUPOT, M. Why target innate immune cells in cancers? **Cancers**, v. 13, n. 4, p. 1–2, 2021.

A fluorescence microscopy image of a tissue section. The nuclei are stained blue, and there are scattered red and green signals, likely representing different cell types or markers. The overall appearance is a dense field of cells with some darker, irregular structures interspersed.

JÉSSICA LOBO DA SILVA

5

**INFEÇÕES E  
REGULAÇÕES  
EPIGENÉTICAS DO  
SISTEMA IMUNE**

## Introdução

A epigenética, um campo emergente da ciência biológica, investiga mudanças hereditárias na expressão gênica sem qualquer mudança na sequência primária do DNA. Os genes podem ser “ligados” e “desligados” por meio de vários mecanismos epigenéticos, como metilação de DNA, modificações de histonas e RNA não codificantes (MEHTA & JEFFREY, 2015). A epigenética participa da integração de sinais ambientais a nível celular, exercendo grande influência em doenças infecciosas (BAYARSAIHAN, 2011). A regulação de alvos epigenéticos em doenças parasitárias já foi descrita como um mecanismo pelo qual o patógeno altera as respostas imunológicas da célula hospedeira a fim de promover sua sobrevivência (CHEESEMAN & WEITZMAN, 2015; SILMON DE MONERRI & KIM, 2014).

A regulação do epigenoma é um tema relevante no âmbito da imunologia. Sendo assim, a compreensão da epigenética em imunologia é de grande importância durante a graduação e, principalmente, na pós-graduação. Embora ainda não seja um assunto amplamente discutido em salas de aula, atualizar o conteúdo ensinado aos estudantes é essencial para formação de profissionais com novas perspectivas. Nesse contexto, a epigenética das respostas imunológicas é um convite para olhar a imunologia por um novo ângulo, abrindo horizontes para os estudantes em suas futuras pesquisas e produções científicas.

### Curso de graduação ou pós-graduação

O curso de Infecções e Regulações Epigenéticas do Sistema Imune está voltado, principalmente, para estudantes de pós-graduação *stricto sensu* da área de saúde e ciências biológicas por ser um tema específico e ter maior apelo na área de desenvolvimento de ciência e pesquisa. Esse campo de estudo emergente tem sido bastante explorado em diversas áreas de pesquisa, inclusive em doenças graves e sem cura. Trazer essa temática para o ensino de imunologia irá enriquecer as discussões

e abrir horizontes para os estudantes em suas futuras pesquisas e produções científicas.

Por outro lado, o tema possui grande importância dentro da graduação, em semestres mais avançados, a fim de atualizar os conteúdos e expandir a visão do aluno sobre imunologia, genética, biologia celular e molecular.

## **Disciplina**

A epigenética é uma área que vem sendo bem explorada dentro do contexto da interação do indivíduo com o meio ambiente e, conseqüentemente, vem sendo muito utilizada em modelos de doenças devido ao impacto dessa regulação no sistema imune. Dessa forma, a temática abordada pelo curso é adequada para o ensino de imunologia e disciplinas correlatas. Entretanto, também pode ser abordada durante o ensino de genética e biologia molecular.

## **Tema da aula**

O ensino de imunologia abrange uma variedade de temas a serem abordados. À medida que os conhecimentos em imunologia crescem, é interessante que o ensino na graduação e pós-graduação acompanhem atualizações necessárias para o entendimento básico das interações e respostas imunes, especialmente no âmbito das interações parasito-hospedeiro. Dentro desse contexto, a temática abordada pela aula proposta será “Interação parasito-hospedeiro e regulações epigenéticas”. A temática da aula proposta se encaixa em módulos da disciplina de imunologia que discutam as seguintes áreas: “Interações parasito-hospedeiro”, “Doenças infecciosas”, “Imunidade aos microrganismos” e “Doenças causadas pelo sistema imune”.

A temática da aula é um convite para compreender a imunologia por um novo ângulo, oferecendo oportunidade para abrir horizontes e ampliar os olhares dos estudantes para os novos assuntos que surgem todos os dias na ciência e pesquisa.



## Conteúdo

O conteúdo abordado na aula deve introduzir as principais regulações epigenéticas - “Modificação de histonas, metilação de DNA e RNA não codificantes” – e deve abordar questões relacionadas à interação entre o agente infeccioso e o hospedeiro – “Resposta imune contra infecções”, “Regulação epigenética da resposta imune”, “Como os patógenos sabotam o epigenoma do hospedeiro”, “Principais infecções associadas à desregulação do epigenoma” e “Modificações epigenéticas como prognóstico e tratamentos”.

Por ser uma temática recente, a maior parte do conteúdo será baseado em artigos científicos publicados que podem ter acesso público e gratuito. Os fundamentos básicos em imunologia podem ser encontrados em outras fontes digitais e em livros de imunologia.

## Objetivos

### *Objetivos gerais*

- Compreender o que é epigenética e como ela está relacionada ao sistema imune;
- Auxiliar os estudantes a entenderem como o sistema imune pode ser controlado e utilizado para sobrevivência de um patógeno;
- Elucidar a importância da epigenética para a pesquisa na busca de tratamentos e curas para doenças infecciosas.

### *Objetivos específicos:*

- Compreender como as principais alterações epigenéticas controlam a expressão de genes do sistema imune;

- Compreender como os patógenos controlam o epigenoma do hospedeiro e seu papel na patogênese de doenças infecciosas;
- Discutir como as modificações epigenéticas estão sendo exploradas como biomarcadores de prognóstico e tratamento em doenças infecciosas.

## **Metodologia**

Inicialmente, sugere-se a técnica de gamificação com estruturas tridimensionais do nucleossomo para melhor compreensão da dinamicidade das modificações epigenéticas. A visualização e interação com essas estruturas tornam o ensino muito mais prazeroso e dinâmico. Dessa forma, o(a) professor(a) pode utilizar estruturas tridimensionais confeccionadas e solicitar que os alunos montem as estruturas do nucleossomo com modificações específicas, por exemplo H3K27me3 e H3K4me3, de forma que eles também demonstrem a estrutura da cromatina e o posicionamento dos fatores de transcrição nesse exemplo específico, promovendo a visualização e a compreensão do processo.

Após as etapas de aulas expositivas dialogadas, sugere-se que os alunos sejam divididos em grupos para discussão de artigos científicos e das perguntas norteadoras com o intuito de compartilhar suas ideias iniciais e construir o conhecimento de forma coletiva sobre prognóstico e tratamentos com alvos epigenéticos, e a relevância da epigenética para imunologia clínica e experimental. Para tal, os alunos devem receber os artigos de referência e as perguntas norteadoras elaboradas pelo(a) professor(a) antes do momento da aula, com tempo suficiente para leitura e pesquisa. O momento de discussão dos grupos deve ser acompanhado pelo(a) professor(a) e/ou monitores para que haja um direcionamento para os pontos relevantes da aula. Um segundo momento dessa etapa de discussão dos artigos é a abertura da discussão dos grupos para toda sala. Nesse momento, os professores

devem auxiliar os alunos na busca de respostas para as dúvidas, questionando as ideias dos alunos, estimulando a criatividade e intervindo em momentos de incerteza ou falta de clareza ou consenso.

Tabela 5.1: etapas da sequência didática.

Etapa	Descrição	Duração
<p>Bloco 1: Jogo com as modificações epigenéticas através de estruturas tridimensionais dos nucleossomos e da cromatina</p>	<p>Através das estruturas tridimensionais, os alunos poderão montar vários cenários de modificações epigenéticas sugeridos pelo(a) professor(a) e demonstrar como os processos de transcrição são silenciados ou ativados por essas modificações epigenéticas (Modificação de histonas, metilação de DNA e RNA não codificantes).</p>	<p>1 hora</p>
<p>Bloco 2: Compreensão da regulação epigenética das respostas imunes às infecções</p>	<p>Aula expositiva dialogada sobre as principais respostas imunes às infecções e quais eventos epigenéticos estão envolvidos na expressão da resposta.</p>	<p>45 minutos</p>

<p>Bloco 3: Compreensão do controle e sabotagem do epigenoma pelos patógenos</p>	<p>Aula expositiva dialogada sobre as principais formas de interação do patógeno com o epigenoma da célula do hospedeiro e quais vias são utilizadas para sabotar o epigenoma e a resposta imune. Discutir sobre epigenética, patogênese e gravidade da doença.</p>	<p>45 minutos</p>
<p>Bloco 4: Discussão sobre a relevância e aplicação clínica e experimental do conteúdo através dos grupos de discussão</p>	<p>Através de artigos relacionados e das respostas das perguntas norteadoras, discutir em grupo a relevância da epigenética para imunologia clínica e experimental.</p>	<p>1 hora</p>

### Recursos

Recomenda-se que o primeiro bloco, relacionado à compreensão das modificações epigenéticas, seja realizado com o auxílio de estruturas tridimensionais da fibra de cromatina e do nucleossomo para elucidar as estruturas do genoma e como as modificações epigenéticas alteram a estrutura e acesso dos fatores de transcrição. Essas estruturas podem ser feitas em forma de maquete, com auxílio de massa de modelar e material reciclado, ou qualquer outro material acessível. A etapa de construção desse material pode ser realizada pelos próprios alunos com o auxílio do(a) professor(a) e/ou monitores.

Os artigos científicos e as perguntas norteadoras devem ser disponibilizados dias antes da aula. Dessa forma, será necessário que o aluno leia e responda o

material antes do encontro.

Se houver a disposição de um ambiente virtual, este deverá ser utilizado para disponibilização do material didático, para realização de fóruns e entrega das atividades.

Recursos audiovisuais serão utilizados para projeção das aulas, conteúdo em vídeos e para realização da última atividade em pares.

### **Avaliação**

Todo o processo deverá ser avaliado de acordo com a participação dos estudantes, através de perguntas, respostas e comentários, apresentando interesse e entendimento dos conceitos que foram apresentados ou construídos em sala. A discussão sobre os recortes de artigos que serão discutidos em sala deverá levantar os conteúdos passados e estimular pensamentos reflexivos, criativos e críticos dos alunos sobre o tema. Além disso, será cobrado uma síntese das aulas dialogadas na forma escrita ou por mapas mentais.

É recomendado que o(a) professor(a) tenha o auxílio de monitores para acompanhar as equipes e auxiliá-los durante as discussões das perguntas norteadoras, atuando como mediadores e colocando para os estudantes os tipos de questões metacognitivas que gostariam que os estudantes fizessem a si mesmos. Espera-se avaliar a organização da equipe, as dificuldades encontradas e as estratégias de aprendizagem adotadas. Durante as discussões com todos os alunos, deve-se avaliar os conteúdos explorados e aprendidos, a autoaprendizagem dos conteúdos pelo estudante, as interações em sala de aula e os debates desenvolvidos ao longo da aula. Ao fim da aula, será solicitado que os alunos respondam as mesmas perguntas norteadoras, fazendo uma comparação com a opinião relatada antes das discussões durante a aula. Desse modo, a avaliação da aprendizagem será utilizada com dados referentes ao início, durante e ao final do ensino. Além disso, sugere-se

considerar palavras de dúvidas (“não sei”, “talvez”, “tenho dúvida”) com intuito de avaliar a segurança das opiniões que foram desenvolvidas em sala.

## Conclusão

A junção dos conceitos clássicos e novos paradigmas que surgem no âmbito da imunologia é não apenas considerável, mas também necessário. Novos paradigmas oriundos da complexidade das interações parasito-hospedeiro, como a regulação epigenética da resposta de defesa, vêm ganhando espaço no cenário da pesquisa moderna e considerados o futuro para terapias. Essas novas perspectivas devem ser introduzidas nas universidades e, de forma mais intensiva, em cursos de pós-graduação. As reflexões promovidas pela temática da aula “Interação parasito-hospedeiro e regulações epigenéticas” e/ou temáticas relacionadas a epigenética no âmbito da imunologia são convites às universidades e centros de estudos a elaborarem didáticas pautadas em novos ângulos de ensino de imunologia. Esse novo horizonte deve abrir caminhos para formação de profissionais atualizados, aptos e de olhar mais amplo.

## Referências

- BAYARSAIHAN, D. (2011). **Epigenetic mechanisms in inflammation**. *Journal of Dental Research*, 90(1), 9–17. <https://doi.org/10.1177/0022034510378683>. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3144097/>>. Acesso em: Março de 2021.
- CHEESEMAN, K., & WEITZMAN, J. B. (2015). **Host-parasite interactions: An intimate epigenetic relationship**. *Cellular Microbiology*, 17(8), 1121–1132. <https://doi.org/10.1111/cmi.12471>. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/cmi.12471>>. Acesso em: Março de 2021.
- CICUTO, C., PAZINATO, M. AND TORRES, B. (2019). **Teaching metabolism with scientific articles: A new approach**. *Biochem Mol Biol Educ*, 47: 85-92. <https://doi.org/10.1002/bmb.21187>. Disponível em: < Teaching metabolism

with scientific articles: A new approach - Cicuto - 2019 - Biochemistry and Molecular Biology Education - Wiley Online Library>. Acesso em: Maio de 2021.

MEHTA, S., & JEFFREY, K. L. (2015). **Beyond receptors and signaling: epigenetic factors in the regulation of innate immunity**. *Immunology and Cell Biology*, 93(10), 233–244. <https://doi.org/10.1038/icb.2014.101>. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4885213/>>. Acesso em: Março de 2021.

SILMON DE MONERRI, N. C., & KIM, K. (2014). **Pathogens hijack the epigenome: A new twist on host-pathogen interactions**. *American Journal of Pathology*, 184(4), 897–911. <https://doi.org/10.1016/j.ajpath.2013.12.022>. Disponível em: <[https://ajp.amjpathol.org/article/S0002-9440\(14\)00027-3/fulltext](https://ajp.amjpathol.org/article/S0002-9440(14)00027-3/fulltext)>. Acesso em: Março de 2021.

LAMIM-GUEDES, V. (2021). **Metodologias ativas: Diferentes abordagens e suas aplicações** (Version 1). Zenodo. <http://doi.org/10.5281/zenodo.4628554>. Disponível em: <[https://zenodo.org/record/4628554#.YI7\\_AsCSnIV](https://zenodo.org/record/4628554#.YI7_AsCSnIV)>. Acessado em: Maio de 2021.

A fluorescence microscopy image showing a dense population of cells. The nuclei are stained blue, while some cells exhibit red and green fluorescence, likely indicating specific markers or proteins. The overall appearance is that of a tissue section or a cell culture under high magnification.

JÉSSICA LOBO DA SILVA

6

**EPIGENETIC  
REGULATIONS AND  
INFECTIONS OF THE  
IMMUNE SYSTEM**

TRANSLATORS

MICHELE LEANDRO SANTIAGO

STÉFANO RAMANI RIBEIRO CALGARO



## **Introduction**

Epigenetics, an emerging field of biological sciences, investigates heritable changes in gene expression without any change to the DNA primary sequence. Genes can be turned “on” and “off” by several epigenetic mechanisms, such as DNA methylation, histone modifications, and non-coding RNAs (Mehta & Jeffrey, 2015). Epigenetics partakes in the integration of environmental signals at the cellular level, with great impact on infectious diseases (Bayarsaihan, 2011). The regulation of epigenetic targets in parasitic diseases has already been described as a mechanism by which the pathogen alters the immune responses of the host cell for survival (Cheeseman & Weitzman, 2015; Silmon De Monerri & Kim, 2014).

Epigenome regulation is a relevant subject in immunology studies. Therefore, it is of great importance that not only undergraduate students, but especially graduate students, understand the role of epigenetics in immunology. Even though epigenetics is not widely discussed in classes, introducing it into the curriculum is essential to train professionals and provide them with new perspectives. In this context, epigenetics of immune responses is an invitation to look at immunology from a new angle, broadening horizons for students in their future research and scientific production.

### **Undergraduate or Graduate Course**

Epigenetic Regulations and Infections of the Immune System is a course offered mostly to *stricto sensu* graduate students from health and biological sciences, given its specificity and greater appeal to scientific research and development. This emerging field of study has been further explored in several areas of research, including severe incurable diseases. Addressing such issues when teaching immunology will enrich discussions and open horizons for students in their future research and scientific production.

Moreover, the subject is very important in more advanced semesters of undergraduate programs for updating content and expanding the students' perspectives on immunology, genetics, and cellular and molecular biology.

### **Course Discipline**

Epigenetics has been well explored within the context of individual-environment interaction and, as a result, it has been used in disease models because of the impact of such interaction on the immune system. Furthermore, the theme discussed in this course is appropriate for teaching immunology and related disciplines. However, the theme can also be addressed in disciplines such as genetics and molecular biology.

### **Class Topic**

Immunology studies cover a wide variety of themes to be discussed. As the knowledge about immunology increases, undergraduate and graduate programs should keep up with necessary updates for a basic understanding of immune interactions and responses, especially regarding parasite-host interaction. In such a context, the topic of this class is "parasite-host interaction and epigenetic regulations." The proposed topic fits the course discipline modules, in which the following topics are discussed: "parasite-host interaction," "infectious diseases," "immunity against microorganisms," and "diseases caused by the immune system."

This class is an invitation to understand immunology from a new angle, offering opportunities to open up horizons and widen the students' perspectives on new issues that emerge every day in science and research.

### **Content**

The course content introduces the main epigenetic regulations – "histone

modification, DNA methylation, and non-coding RNAs” – and it should address issues related to the interaction between the infectious agent and the host – “immune response to infections,” “epigenetic regulation of the immune response,” “how pathogens hijack the host epigenome,” “main infections related to the epigenome deregulation,” and “epigenetic modifications as prognosis and treatments.”

Considering this is a recent subject, most of the course content is based on open-access scientific papers. The fundamentals of immunology can be found in other digital sources and books on immunology.

## **Objectives**

### *General Objectives*

- To understand what epigenetics is and how it relates to the immune system;
- To help students to understand how the immune system can be controlled and used for pathogen survival;
- To clarify the importance of epigenetics for research on treatments and cure of infectious diseases.

### *Specific Objectives*

- To understand how key epigenetic alterations control gene expression of the immune system;
- To understand how pathogens control the host epigenome and what role they play in the pathogenesis of infectious diseases;
- To discuss how epigenetic modifications have been explored as prognostic biomarkers and treatment option for infectious diseases.

## Methodology

Initially, the use of the gamification technique with 3D nucleosome structures is suggested for a better understanding of the dynamism of epigenetic modifications. Visualization and interaction with such structures make the educational process more enticing and dynamic. The professor may use 3D structures and ask students to assemble the nucleosome structures with specific modifications, e.g., H3K27me3 and H3K4me3, so that they can also demonstrate the chromatin structure and the positioning of transcription factors in the given example.

After expository lectures encouraging student engagement, we suggest that students be grouped to discuss reference papers and guiding questions. The purpose is to allow them to share their initial thoughts and collectively construct knowledge about prognostic and therapeutic epigenetic targets and also assess the relevance of epigenetics in research and in clinical immunology. To this end, the students should receive the reference papers and the guiding questions elaborated by the professor before class so that they can have enough time for reading and research. The group discussion should be followed closely by the professor and/or class monitors so that they can guide the discussion for the relevant themes of the class. A second stage consists of an open group discussion, during which professors should help students in their search for answers, questioning the students' ideas, encouraging their creativity, and intervening at times of uncertainty, lack of clarity, or lack of consensus.

Tabela 6.1: steps of the didactic sequence.

Step	Description	Duration
Part 1: A game with epigenetic changes using 3D nucleosomes and chromatin structures	By using the 3D structures, students can create several scenarios of epigenetic changes suggested by the professor and show how the transcription processes are silenced or activated by these epigenetic changes (histone modifications, DNA methylation, and non-coding RNAs).	1 hour
Part 2: Understanding the epigenetic regulation of immune responses to infections	Expository lecture, encouraging student engagement in finding out about immune responses to infections and about the epigenetic events involved in their responses.	45 minutes
Part 3: Understanding the control and hijacking of the epigenome by pathogens	Expository lecture, encouraging student engagement in finding out about the forms of interaction between the pathogen and the host cell epigenome, and about the pathways used to hijack the epigenome and immune response. Discussion on epigenetics, pathogenesis, and disease severity.	45 minutes
Part 4: Discussion about the relevance and the investigational and clinical application of the contents through group discussion	By using the reference papers and the answers given to the guiding questions, the students discuss, in groups, the relevance of epigenetics for clinical and investigational immunology.	1 hour

### Resources

It is recommended that Part 1, about epigenetic changes, be carried out with the aid of 3D nucleosomes and chromatin fiber structures, illustrating the genome

structures and the effects of epigenetic changes on the structure of and access to transcription factors. These structures can be available as mockup, with the aid of plasticine and recycled material, or any other material available. Students can build this with the help of professors and/or monitors.

The reference papers and the guiding questions should be available until the day before the class. The students should read the material and answer the questions prior to their class.

If a virtual environment is available, it can be used as a means for sharing the teaching material, as a discussion forum, and as a means by which students can turn in their activities.

Audiovisual aids are used for projection of class materials and video contents, and for the discussion in groups.

### **Assessment**

The entire process is assessed according to the students' participation through questions, answers, and comments, and by their interest in and understanding of the concepts demonstrated and constructed in class. The discussion of excerpts from the reference papers in the classroom should be related to the subjects taught, encouraging reflective, creative, and critical thinking. Additionally, the students should write a summary of the discussion held in class and turn it in or they should create a mind map.

It is recommended that the professor have some help from the monitors to supervise the groups and support them during discussion of the guiding questions, acting as a mediator and asking students metacognitive questions they would probably ask themselves. Group organization, difficulties found, and learning strategies are also evaluated. During discussions with the students, the taught and/or self-taught contents, interactions in class, and debates held throughout the learning

period are evaluated as well. At the end, the students are asked the same guiding questions and allowed to compare them with their opinions before and after the discussions in class. Therefore, the students are assessed throughout the learning period. Additionally, it is suggested that signs of doubt (“I don’t know”, “maybe”, “perhaps”) be taken into account in order to assess how certain students are of their opinions.

## Conclusion

The combination of classic concepts and new paradigms that have emerged in immunology is not only considerable, but also necessary. New paradigms resulting from the complexity of host-parasite interactions, e.g., epigenetic regulation of immune responses, have been gaining ground in modern research and have been taken into account as far as the future of therapies is concerned. These new perspectives should be introduced in universities and more intensively in graduate courses. The reflections promoted by the discussion on “Host-parasite interaction and epigenetic regulations” and/or themes related to epigenetics in the field of immunology are an invitation for universities and research centers to develop teaching strategies based on new perspectives for immunology courses. This new horizon should pave the way for the instruction of professionals who are eager to keep themselves up to date, who are qualified, and who look at wider perspectives.

## References

- BAYARSAIHAN, D. (2011). **Epigenetic mechanisms in inflammation**. *Journal of Dental Research*, 90(1), 9–17. <https://doi.org/10.1177/0022034510378683>. Retrieved from: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3144097/>>. Accessed: March 2021.
- CHEESEMAN, K., & WEITZMAN, J. B. (2015). **Host-parasite interactions: An intimate epigenetic relationship**. *Cellular Microbiology*, 17(8), 1121–1132. <https://doi.org/10.1111/cmi.12471>. Retrieved from:

<<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/cmi.12471>>. Accessed: March 2021.

CICUTO, C., PAZINATO, M. AND TORRES, B. (2019). **Teaching metabolism with scientific articles: A new approach**. *Biochem Mol Biol Educ*, 47: 85-92. <https://doi.org/10.1002/bmb.21187>. Retrieved from: < Teaching metabolism with scientific articles: A new approach - Cicuto - 2019 - Biochemistry and Molecular Biology Education - Wiley Online Library>. Accessed: May 2021.

MEHTA, S., & JEFFREY, K. L. (2015). **Beyond receptors and signaling: epigenetic factors in the regulation of innate immunity**. *Immunology and Cell Biology*, 93(10), 233–244. <https://doi.org/10.1038/icb.2014.101>. Retrieved from: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4885213/>>. Accessed: March 2021.

SILMON DE MONERRI, N. C., & KIM, K. (2014). **Pathogens hijack the epigenome: A new twist on host-pathogen interactions**. *American Journal of Pathology*, 184(4), 897–911. <https://doi.org/10.1016/j.ajpath.2013.12.022>. Retrieved from: < [https://ajp.amjpathol.org/article/S0002-9440\(14\)00027-3/fulltext](https://ajp.amjpathol.org/article/S0002-9440(14)00027-3/fulltext)>. Accessed: March 2021.

LAMIM-GUEDES, V. (2021). **Metodologias ativas: Diferentes abordagens e suas aplicações** (Version 1). Zenodo. <http://doi.org/10.5281/zenodo.4628554>. Retrieved from: <[https://zenodo.org/record/4628554#.YI7\\_AsCSnIV](https://zenodo.org/record/4628554#.YI7_AsCSnIV)>. Accessed: May 2021.



A scanning electron micrograph (SEM) showing a host cell with a textured, brownish surface. Numerous blue, oval-shaped parasites are visible, some appearing to be attached to or embedded within the host cell's surface. The parasites have a distinct, slightly irregular shape and are scattered across the field of view.

BRUNO KESTUTIS DE ALVARENGA  
SIPAVICIUS

7

**UMA PROPOSTA DE  
SEQUÊNCIA DIDÁTICA  
SOBRE A INTERAÇÃO  
PARASITA-HOSPEDEIRO**

## **Introdução**

Neste capítulo desenvolve-se uma sequência didática (SD) sobre a interação parasita-hospedeiro, a ser trabalhada com os estudantes do Ensino Médio para que estes se apropriem desse saber pelo viés ecoevolutivo. Seu objetivo é desenvolver estratégias para a conscientização da influência dos impactos ambientais causados pela humanidade nesta relação ecológica e diminuir impactos na saúde.

Para Machado e Castro (2019), os parasitas são importantes porque regulam populações do hospedeiro, pois influenciam desde o crescimento até o comportamento deste. Os parasitas realizam isso ao se associarem fortemente ao hospedeiro, fixando-se em poucos ou apenas um indivíduo. Em uma geração em que o fenótipo, que era raro em gerações anteriores, torna-se comum, os indivíduos tornam-se alvo dos parasitas. Assim, ao longo da evolução, as populações de hospedeiros e parasitas vão se especializando mutuamente, em um processo chamado de coevolução. Portanto, quanto mais comum é um fenótipo nas populações de hospedeiro, há maior probabilidade de ele ser parasitado, levando, conseqüentemente, à especialização dos parasitas (PRICE, 1977; MACHADO e CASTRO, 2019).

Os fatores ambientais alteram a capacidade do parasita de infectar seu hospedeiro, sendo que os principais deles são temperatura e compostos químicos poluentes antrópicos no ambiente. Os compostos químicos antrópicos afetam as interações hospedeiro-parasita, ao dificultar que o hospedeiro o detecte (MACHADO e CASTRO, 2019).

## **Curso de graduação**

Pelas diretrizes do Ministério da Educação, o enfoque do curso de graduação em Ciências Biológicas deve ser socioambiental e relacionar a conservação e manejo da biodiversidade com políticas de saúde, objetivando a transformação do contexto

sociopolítico. Assim, é necessário entender o processo histórico de produção e validação dos conhecimentos biológicos para estabelecer relações entre ciência, tecnologia e sociedade (BRASIL, 2001). Neste sentido, a SD proposta está voltada para o Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, para que o graduando se aproprie dela e a aplique no Ensino Médio.

A imunologia é importante nesse curso por ser interdisciplinar. É tratada na saúde por seus aspectos celulares e moleculares na participação da homeostase. Também se relaciona com processos de evolução e ecologia, com relações ecológicas entre organismos, a determinar o dinamismo populacional, e se reflete em modos de conservar e manejar flora, fauna e funga. Por fim, esse conhecimento relaciona saúde, educação e ambiente (PRICE, 1977; BRASIL, 2001; TORTORA e DERRIKSON, 2016;).

A SD proposta para este curso é voltada para a instrumentalização para o ensino de Biologia no Ensino Médio por se basear na pedagogia ativa de solução de problemas (LAMIM-GUEDES, 2021). A proposta é instrumentalizar através da compreensão dos modos em que ocorre a interação parasita-hospedeiro, a influência do meio ambiente e, neste, a poluição química antrópica.

## **Disciplina**

A disciplina em questão é “Metodologia do Ensino de Ciências Biológicas”, mas é necessário, antes, que o graduando tenha cursado disciplinas afins com a temática da SD, como ecologia, evolução, imunologia, além do primeiro semestre de ensino de Ciências Biológicas (MARANDINO e TRIVELATO, 2019).

Sua adequação decorre do fato da necessidade de se preparar o estudante à prática docente por meio da análise de documentos legais e livros didáticos e, com isso, providenciar o sentido ansiado dos saberes prescritos. Subseqüentemente, para aprender sobre a prática docente de biologia a partir da análise bibliográfica anterior, há o desenvolvimento de práticas pedagógicas em módulos didáticos nas aulas, em

forma de exercícios simulados e que depois são transformadas em atividades nos estágios simultâneos (MARANDINO e TRIVELATO, 2019).

### **Tema da aula**

O tema central desta SD é a “Interação parasita-hospedeiro”. A escolha desse tema se deu por ele ser possível de ser relacionado com diversos outros temas que são tratados nos semestres anteriores no curso de graduação, bem como no Ensino Médio.

Ele se relaciona, em primeiro lugar, com as relações ecológicas desarmônicas, bem como com os efeitos nocivos da ação antrópica nos ecossistemas, o que também é tratado nas disciplinas de ecologia, pois estes efeitos nocivos, segundo Machado e Castro (2019), inibem a detecção do parasita pelo hospedeiro. Por fim, esta relação desarmônica parasita-hospedeiro gera forte pressão seletiva, proporcionando coevolução de especialização ataque-defesa entre populações de parasitas e hospedeiros (PRICE, 1977; MACHADO e CASTRO, 2019).

No Ensino Médio, a partir da Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2017) as habilidades EM13CNT202, EM13CNT203, EM13CNT206 e EM13CNT207<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> (EM13CNT202) Interpretar formas de manifestação da vida, considerando seus diferentes níveis de organização (da composição molecular à biosfera), bem como as condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes a elas, tanto na Terra quanto em outros planetas./ (EM13CNT203) Avaliar e prever efeitos de intervenções nos ecossistemas, nos seres vivos e no corpo humano, interpretando os mecanismos de manutenção da vida com base nos ciclos da matéria e nas transformações e transferências de energia./ (EM13CNT206) Justificar a importância da preservação e conservação da biodiversidade, considerando parâmetros qualitativos e quantitativos, e avaliar os efeitos da ação humana e das políticas ambientais para a garantia da sustentabilidade do planeta./ (EM13CNT207) Identificar e analisar

são passíveis de se relacionarem com o tema central desta SD bem como os demais assuntos afins. Essas habilidades, por lidarem com a diversidade de formas de vida com suas condições favoráveis e avaliarem os efeitos de intervenções nos ecossistemas e impactos nos seres vivos e no corpo humano, acabam possibilitando a discussão tanto da preservação e da conservação da biodiversidade quanto da promoção da saúde e do bem-estar.

## Conteúdo

O conteúdo da SD pressupõe a reflexão sobre o efeito de poluentes químicos na interação parasita-hospedeiro e se baseia na afirmativa de Machado e Castro (2019) de que os poluentes diminuem a eficácia dos hospedeiros detectarem seus parasitas. Assim, tal ação antrópica aumenta a capacidade de pressão seletiva dos parasitas, pois amplia suas diversas estratégias de adentrar o hospedeiro, impedindo de ser detectado.

Para a realização desta proposta de SD, é necessário leituras de apoio, como por exemplo:

- MACHADO C. Cenários interativos entre a contaminação por fungicidas e parasitismo. Dissertação de Mestrado. Universidade do Minho, Braga. 2019.
- CUCO AP. et al. Interplay between fungicides and parasites: Tebuconazole, but not copper, suppresses infection in a *Daphnia-Metschnikowia* experimental model. experimental model. PLoS

---

vulnerabilidades vinculadas aos desafios contemporâneos aos quais as juventudes estão expostas, considerando as dimensões física, psicoemocional e social, a fim de desenvolver e divulgar ações de prevenção e de promoção da saúde e do bem-estar.

One 12:1-16. 2017. Centers for Disease Control and Prevention.  
Parasites.

- WOLINSKA J & KING KC. Environment can alter selection in host-parasite interactions. Trends Parasitol 25:236-244.2009.

Por fim, a reflexão sobre os impactos nas relações ecológicas pela poluição antrópica relaciona os saberes cotidianos divulgados na mídia com os saberes socialmente construídos na escola.

## **Objetivos**

### *Objetivos gerais*

- Compreender o impacto da poluição humana nas estratégias de infecção pelos parasitas nos hospedeiros pelo viés ecoevolutivo por meio de discussões e pesquisas a partir de questões norteadoras, utilizando imagens e textos que exibem índices de poluição nos corpos de água e solos, além de imagens e textos com os diversos modos de infecção pelos parasitas;
- Entender o impacto da poluição antrópica na detecção do parasita pelo hospedeiro pelo viés ecoevolutivo, pela utilização de imagens e vídeos, além de discussões entre professor e alunos.

### *Objetivos específicos*

- Desenvolver discussões com os alunos a partir de textos de divulgação científica, imagens e vídeos sobre o papel da poluição antrópica no aumento de doenças infectocontagiosas parasitárias;
- Discutir com os alunos por meio de imagens sobre a diversidade de maneiras de infectar os hospedeiros pelos parasitas;

- Construir argumentos e explicações sobre os modos de infecção pelos parasitas nos hospedeiros por meio de pesquisa.

## Metodologia

Tabela 7.1: etapas da sequência didática.

Etapa	Descrição	Duração
<p><b>Sensibilização</b></p> <p>Relaciona-se aos objetivos gerais, bem como com um dos específicos (construção de argumentos)</p>	<p>1. Conversa com os estudantes sobre o tema doenças e poluição a partir de lembranças cotidianas e escolares do 4º ano, 7º ano e 9º ano do Ensino Fundamental.</p>	<p>De 20 minutos a 45 minutos</p>
<p><b>Discussão e sensibilização</b></p> <p>Estes se relacionam com os objetivos gerais e com os específicos (compreensão da ação humana poluidora e construção de argumentos)</p>	<p>1. Organizar os alunos em grupos de cinco. 2. Distribuir em cada grupo uma reportagem de divulgação científica sobre o efeito da poluição no aumento de doenças infectocontagiosas parasitárias. 3. Pedir para cada grupo encontrar e anotar os dados, justificativa e conclusão na reportagem sobre a questão pedida da relação entre poluição e aumento de doenças infectocontagiosas.</p>	<p>De 45 minutos a 90 minutos</p>

<p><b>Discussão e sensibilização</b></p> <p>Estes se relacionam com os objetivos gerais e com os específicos (compreensão dos modos de infecção por diversos parasitas e construção de argumentos)</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Organizar os alunos em grupos de cinco.</li> <li>2. Para cada grupo, entregar um conjunto de imagens de parasitismo: vírus em bactéria/ vírus em humano/ vírus em planta/ bactéria em planta/ bactéria em humano/ fungo em planta/ fungo em humano/ etc.</li> <li>3. Pedir para descreverem e anotarem o que observarem e discutirem a criação de hipóteses de como será que o parasita [vírus, bactéria, fungo, etc.] entrou no hospedeiro [bactéria, planta, animal, humano].</li> </ol>	<p>De 45 minutos a 90 minutos.</p>
<p><b>Chamado à pesquisa</b></p> <p>Este se relaciona com os objetivos gerais e com os específicos (compreensão da ação humana poluidora, a compreensão dos modos de infecção por diversos parasitas e construção de argumentos)</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Organizar os alunos em grupos de cinco.</li> <li>2. Pesquisar em sites de divulgação científica, livros de biologia, reportagens sobre doenças e poluição para construir argumentos cientificamente embasados, utilizando suas próprias palavras sobre: 1º. Como os parasitas infectam/ infestam o hospedeiro? 2º. Como o hospedeiro reconhece e se protege dos parasitas? 3º. De que modo os poluentes afetam estas relações entre parasita e hospedeiro?</li> <li>3. Resumir a pesquisa feita em cartazes ou aplicativo PowerPoint com fotos e letras grandes.</li> </ol>	<p>De 90 a 135 minutos</p>
<p><b>Apresentação</b></p> <p>Este se relaciona com os objetivos gerais e com um dos específicos (construção de argumentos)</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Os grupos de 5 alunos apresentam seus cartazes/ documentos de PowerPoint para a sala.</li> </ol>	<p>De 45 a 90 minutos</p>



## **Recursos**

- Livros didáticos e revistas de divulgação científica impressas ou em arquivos PDF;
- Imagens impressas ou em formato JPEG mostrando fotos macro e microscópicas de infecção/ infestação de parasitas nos corpos dos hospedeiros;
- Celulares, laptops, computadores para a realização das tarefas;
- Wi-fi na escola, para a realização da pesquisa;
- Powerpoint e projetor, bem como cartolina para a apresentação.

## **Avaliação**

A avaliação será constituída, principalmente, pela participação nos debates, leituras de imagens, pesquisas e apresentação para a turma. Por ser necessário aos alunos participarem de todas as aulas, da sensibilização até a apresentação, tendo uma postura ativa na construção de seu saber científico, e pelo fato de que a cada aula será feita uma retomada da anterior a partir da qual é possível se aprofundar para adentrar no próximo assunto, trata-se de uma avaliação continuada, formativa e processual. A culminância deste processo é a apresentação.

Durante a apresentação, os demais alunos precisam prestar atenção, anotar dúvidas e questões, a fim de que processo educativo avaliativo continue para além da aula, levando os alunos a mudarem suas atitudes e refletindo na relação da humanidade com a natureza. É importante que a avaliação seja assim para que o aluno possa ser protagonista do seu próprio processo de aprendizagem.

## **Conclusão**

A “interação parasita-hospedeiro” pode ser tratada de modo complexo ao

lidar com multivariantes- como evolução, ecologia e poluição antrópica- em níveis diversos de aprofundamento, de acordo com o público-alvo. A realização desta SD num curso de licenciatura em Ciências Biológicas deve ser mais complexa e mais aprofundada do que ao ser aplicada no Ensino Médio, mas neste também há como aplicá-la se pensarmos nas habilidades EM13CNT202, EM13CNT203, EM13CNT206 e EM13CNT207. Por fim, é importante a realização desta SD a fim de que os alunos se apropriem desse conhecimento para que sejam capazes de propor soluções com vistas a diminuir os impactos humanos nestas interações.

### Referências Bibliográficas

- BRASIL. Ministério da Educação. Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Ciências Biológicas. 2001.
- BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio. 2017.
- CUCO AP. et al, Interplay between fungicides and parasites: Tebuconazole, but not copper, suppresses infection in a *Daphnia-Metschnikowia* experimental model. *experimental model*. PLoS One. 12:1-16. 2017.
- LAMIM-GUEDES, Valdir (org.). Metodologias ativas: Diferentes abordagens e suas aplicações. São Paulo, Raiz, 2021.
- MACHADO, Cláudia, CASTRO, Bruno, B. Relações hospedeiro-parasita. *Revista de Ciência Elementar*, v. 7. Disponível em: <<https://rce.casadasciencias.org/rceapp/art/2019/076/>>. Acesso em: Fevereiro de 2020.
- MACHADO C. Cenários interativos entre a contaminação por fungicidas e parasitismo. Dissertação de Mestrado. Universidade do Minho, Braga. 2019.
- MARANDINO, Martha, TRIVELLATO, Silvia Luzia Frateschi. Metodologia do Ensino de Ciências Biológicas II. Informações sobre a disciplina. FEUSP. 2019. Disponível em: <<https://uspdigital.usp.br/jupiterweb/obterDisciplina?sgldis=EDM0434&codcur=41012&codhab=300>>. Acessado em: Fevereiro de 2020.
- PRICE, Peter W. General Concepts on Evolutionary Biology of Parasites. *Evolution*. v. 31, p. 405-420. 1977. Disponível em: <

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1558-5646.1977.tb01021.x>>.

Acesso em: Fevereiro de 2020.

TORTORA, Gerard J, DERRICKSON, Bryan. Princípios de Anatomia e Fisiologia. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016.

WOLINSKA J & KING KC. Environment can alter selection in host-parasite interactions. Trends Parasitol 25:236-244. 2009.

A scanning electron micrograph (SEM) showing a host cell with a textured, brownish surface. Numerous blue, rounded, and somewhat irregularly shaped structures, likely parasites, are scattered across the host cell surface. The parasites appear to be interacting with the host cell's membrane.

BRUNO KESTUTIS DE ALVARENGA  
SIPAVICIUS

8

**A PROPOSAL FOR A  
DIDACTIC SEQUENCE  
CONCERNING THE  
HOST-PARASITE  
INTERACTION**

TRANSLATORS  
ALAN DALLEs  
AUGUSTO DE ASSIS ROCHADEL  
FLAVIA MARIA SOUZA MORSA

## **Introduction**

In this chapter, a didactic sequence (DS) concerning the host-parasite interaction is developed to be worked with high school students, so that they become aware of this knowledge through the eco evolutionary point of view. It intends to develop strategies to create consciousness about environmental impacts caused by humans on this ecological relationship and to reduce health impacts.

According to Machado & Castro (2019), parasites are important for the regulation of the host population since they affect them from growth to behavior. Parasites are strongly associated to their host; they attach themselves to one or to a few of them. In a generation where a rare phenotype becomes common, individuals become a target for parasites. Thus, over the course of evolution, the populations of hosts and parasites mutually specialize, in a process called co-evolution. Consequently, the more common a phenotype is in the host population, the more likely it is for it to be parasitized, leading to parasite specialization (PRICE, 1977; MACHADO & CASTRO, 2019).

Environmental factors change the capacity of parasite to infect their host, and the most significant ones are temperature and anthropogenic chemical pollutants in the environment. Anthropogenic chemical compounds affect host-parasite interactions as they make it harder for the host to detect its parasites.

## **Graduation course**

According to the Ministry of Education guidelines, Biological Sciences graduation course must be socio-environmental aware and must connect biodiversity conservation and management to healthcare policies, aiming at changes in the socio-political framework. Thus, it is necessary to understand the historical process of production and validation of biological knowledge to establish a relationship between science, technology, and society (BRAZIL, 2001). In this sense,

the SD proposal intends to be used by the Biological Sciences graduation course to be seized and implemented by the students in high school.

Immunology is important in this course due to its interdisciplinary nature. It is addressed by healthcare procedures, due to its cellular and molecular homeostatic activity. It is also related to ecology and the evolutionary processes, ecological relationship among organisms, population dynamics, and it is reflected in the handling and conservation of flora, fauna, and fungi. Finally, this knowledge connects healthcare, education, and environment (PRICE, 1977; BRAZIL, 2001; TORTORA & DERRIKSON, 2016;).

The proposed SD for this course is oriented to the instrumentalization of biology teaching in high school based on active pedagogy of problem solving (LAMIM-GUEDES, 2021). The proposal is to instrumentalize, through the comprehension of the occurrence of host-parasite interaction, the environmental impact and pollution of anthropic chemistry in this process.

## **Subject**

The subject is “Biological Sciences Teaching Methods”, but it is necessary that the student has attended classes related to the DS topics, i.e., ecology, evolution, immunology, in addition to the first semester of biological sciences (MARANDINO & TRIVELATO, 2019).

Its suitability comes from the need of preparation of the student to teaching practice by analyzing legal documents and educational books, and as a result, provide the sense of the required knowledge. Subsequently, to learn about the teaching practice of biology from the analysis of the previous literature, there is the development of teaching practices in educational modules during the classes, by mock exercises later converted into concomitant internships (MARANDINO & TRIVELATO, 2019).

## **Topic of the class**

The main topic of this DS is “Host-parasite Interaction”. The reason for choosing this topic is its relation with other topics studied during the previous semesters as well as in high school.

First, it is related to non-harmonious ecological relationships, as well as to the harmful impacts of anthropogenic actions in the ecosystems, which is also studied in ecology subjects, because, according to Machado & Castro, these harmful impacts suppress the detection of the parasite by the host. In conclusion, this non-harmonious host-parasite relationship generates a strong selective pressure, providing a co-evolution of specialization of attack/defense among populations of parasites and hosts (Price, 1977; Machado & Castro, 2019).

In high school, according to the Common National Curricular Basis (Brazil, 2017), the abilities EM13CNT202, EM13CNT203, EM13CNT206 and EM13CNT207 [MVdOM1] can be related to the central theme of this DS, as well as with the other related subjects. These abilities have to do with the diversity of life forms when they have favorable conditions, and with the evaluation of the effects of human intervention on the ecosystems, their impact on the living beings and the human body as well. Because of that, they can enable discussions on the preservation of biodiversity and the promotion of health and well-being.

## **Content**

The content of the DS presupposes a reflection on the effect of chemical pollutants on the interaction between the parasite and the host and it is based on the statement by Machado & Castro (2019), that the pollutants diminish the ability of the hosts to detect their parasites. Therefore, when humans pollute the environment, it makes the parasites’ capacity to exert selective pressure bigger because, by making them harder to detect, the pollution also makes their many host-invading strategies

more effective.

To make this DS proposition possible, some background reading is necessary, for example:

- MACHADO C. Interactive scenarios between fungicide contamination and parasitism. Master's degree dissertation. University of Minho - Braga, Portugal. 2019.
- CUCO AP. et al., Interplay between fungicides and parasites: Tebuconazole, but not copper, suppresses infection in a *Daphnia-Metschnikowia* experimental model. *PLoS One* 12:1-16. 2017. Centers for Disease Control and Prevention. Parasites.
- WOLINSKA J & KING KC. Environment can alter selection in host-parasite interactions. *Trends Parasitol* 25:236-244.2009.

Finally,, the reflection about the impacts of anthropogenic pollution on ecological relationships relates the everyday knowledge that is disseminated by the media with the knowledge that is built collectively at school.

## **Objectives**

### *General objectives*

- To understand the impact of human pollution on the parasites' host infection strategies using the ecoevolutionary point of view. This will be done through discussions and research, using guiding issues, pictures and texts that show the level of pollution on soil and bodies of water, not to mention pictures and texts that show the many modes of infection used by parasites.
- To understand the impact of anthropogenic pollution on the detection of the parasite by the host, according to the



ecoevolutionary point of view. This will be accomplished using pictures and videos, as well as through discussions between teacher and their students.

### *Specific objectives*

- To have discussions with the students about the role of anthropogenic pollution on the rise of infectious-contagious diseases caused by parasites, using scientific dissemination texts, illustration and videos.
- To discuss with the students, using pictures, the different ways the parasites can use to infect a host.
- To formulate arguments and explanations about the ways the parasites can infect the hosts, through the use of research.

### **Methodology**

Table 8.1: steps of the didactic sequence.

<b>Step</b>	<b>Description</b>	<b>Duration</b>
<b>Sensitization</b>  It relates to the general objectives, as well as to one of the specific objectives (argument formulation)	1. Conversation with the students about the subject "diseases and pollution", using memories they have of their 4th, 7th, and 9th grade in the Brazilian elementary school system.	From 20-40 min.

<p><b>Discussion and sensitization</b></p> <p>These relate to the general objectives and to specific ones (understanding the human polluting action and argument formulation)</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Organize students in groups of five.</li> <li>2. Give each group a scientific dissemination report on the effect pollution has on the rise of infectious-contagious diseases caused by parasites.</li> <li>3. Ask each group to find and point out the data, the rationale, and the conclusion in the report about the subject in question: the relationship between pollution and the rise in infectious-contagious diseases.</li> </ol>	<p>From 45-90 min.</p>
<p><b>Discussion and sensitization</b></p> <p>These relate to the general objectives and also to specific ones (understanding the modes of infection by various parasites and argument formulation)</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Organize students in groups of five.</li> <li>2. Give each group a set of pictures showing parasitic relationships: a virus in a bacterium/ a virus in a human/ a virus in a plant/ a bacterium in a plant/ a bacterium in a human/ a fungus in a plant/ a fungus in a human/ etc.</li> <li>3. Ask them to describe and write down what they observe, and then formulate hypotheses on how the parasite (virus, bacterium, fungus, etc.) got inside the host (bacterium, animal, human).</li> </ol>	<p>From 45-90 min.</p>
<p><b>Call for research.</b></p> <p>This is related to the general and specific objectives (understanding the human polluting action, modes of transmission by various parasites and argument buildings).</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Organize students in groups of five.</li> <li>2. Research in scientific dissemination sites, biology books, reports on diseases and pollution to build scientifically based arguments, using your own words about:             <ol style="list-style-type: none"> <li>1º. How do parasites infect/infest the host?</li> <li>2º. How does the host recognize and protect itself from the parasites?</li> <li>3º. How do pollutants affect these host-parasite relationships?</li> </ol> </li> <li>3. Summarize research done on posters or PowerPoint applications with large photos and letters.</li> </ol>	<p>From 90-135 min.</p>

<p><b>Presentation</b></p> <p>This relates to the general objectives and to one specific (argument building)</p>	<p>1. Groups of 5 students present their posters/ PowerPoint documents to the classroom.</p>	<p>From 45-90 min.</p>
--	--	------------------------

### **Resource**

- Textbooks and journals of printed scientific dissemination, or in PDF files:
- Images printed or in JPEG format showing microscopic and macroscopic photos of infection/ infestation of parasites into host bodies.
- Mobile phones, laptops, and computers to perform the tasks.
- Wireless access at school to perform the research.
- PowerPoint and projector, as well as cardboard for the presentation.

### **Evaluation**

The evaluation will consist mainly of participation in debates, image readings, research, and presentation to the class. Because it is necessary for students to participate in all classes, from sensitization to presentation, having an active stance in the construction of their scientific knowledge, and because each class will have a resumption of the previous one from which it is possible to delve deeper to the next subject, it is a continuous, formative, and procedural evaluation. The final step of this process is the presentation.

During the presentation, the other students must pay attention and take notes of their doubts and questions in order to proceed with the evaluative educational

process beyond the class, which will both lead the students to change their attitudes and to reflect on the relationship between humans and nature. The evaluation must occur this way to allow the student to be the protagonist of his own learning process.

## Conclusion

The host-parasite interaction can be treated in a complex mode to deal with multivariate like evolution, ecology, and anthropogenic pollution, in various levels of deepening, according to the target audience. The implementation of this DS in a Bachelor's degree in biological sciences course must be more complex and deeper than when it is applied in high school. Nevertheless, it is possible to apply it in high school whether we think about the EM13CNT202, EM13CNT203, EM13CNT206 and EM13CNT207 skills, too. Finally, it is important to perform this DS so that the students appropriate for this learning to be capable of proposing solutions in order to reduce the human impacts in these interactions.

## References

- BRASIL. Ministério da Educação. Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Ciências Biológicas. 2001.
- BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio. 2017.
- CUCO AP. et al, 2017. Interplay between fungicides and parasites: Tebuconazole, but not copper, suppresses infection in a *Daphnia-Metschnikowia* experimental model. *experimental model*. *PLoS One*. 12:1-16.
- LAMIM-GUEDES, Valdir (org.). Metodologias ativas: Diferentes abordagens e suas aplicações. São Paulo, Raiz, 2021.
- MACHADO, Cláudia, CASTRO, Bruno, B. Relações hospedeiro-parasita. *Revista de Ciência Elementar*, v. 7. Retrieved from: <https://rce.casadasciencias.org/rceapp/art/2019/076/>. On: February, 2020.
- MACHADO C. Cenários interativos entre a contaminação por fungicidas e parasitismo. Dissertação de Mestrado. Universidade do Minho, Braga. 2019.

- MARANDINO, Martha, TRIVELLATO, Silvia Luzia Frateschi. Metodologia do Ensino de Ciências Biológicas II. Informações sobre a disciplina. FEUSP. 2019. Retrieved from: <https://uspdigital.usp.br/jupiterweb/obterDisciplina?sgldis=EDM0434&codcur=41012&codhab=300>. On: (February) 2020.
- PRICE, Peter W. 2020. General Concepts on Evolutionary Biology of Parasites. Evolution. v. 31, p. 405-420. 1977. Retrieved from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1558-5646.1977.tb01021.x>. On: (February).
- TORTORA, Gerard J, DERRICKSON, Bryan. Princípios de Anatomia e Fisiologia. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016.
- WOLINSKA J & KING KC. 2009. Environment can alter selection in host-parasite interactions. Trends Parasitol 25:236-244.



ALESSANDRA GONZALEZ DO  
NASCIMENTO  
ÍTALO ANDRADE BARBOSA LIMA  
GABRIEL ANDRADE NONATO QUEIROZ

9

**LIGAS ACADÊMICAS:  
ENSINO DE IMUNOLOGIA  
ALÉM DA SALA DE AULA**

## **Introdução**

Nas instituições de ensino superior de todo o país, há um constante desafio para remodelar e atualizar as grades curriculares dos cursos da área de saúde. A fim de torná-las compatíveis com as prioridades e realidades do mercado de trabalho, que se mostra bem vasto, diverso e com necessidade de profissionais competentes com senso crítico ampliado, uma boa base científica e alta capacidade de inovação e proatividade (SOUZA, 2011).

As primeiras ligas acadêmicas (LAs) das universidades brasileiras surgiram durante um período marcante e emblemático da história do Brasil, a ditadura militar. Esse contexto sociopolítico enfrentou constantes embates com os universitários e despertou questionamentos correlacionados aos ensinamentos praticados nas universidades, seu direcionamento e aplicabilidade (TORRES et al., 2008).

As LAs são entidades acadêmicas de grande abrangência e se voltam principalmente para a complementação de lacunas presentes no currículo acadêmico. Tais dificuldades são identificadas pelos próprios discentes, que se articulam sob a orientação de um ou mais docentes, na tentativa de transpor as lacunas com a criação de uma liga que promova atividades de ensino, pesquisa e extensão voltadas para temática em questão. (PERES, 2006; HAMAMOTO-FILHO et al., 2011).

Uma LA em imunologia, oportuniza o trabalho em equipe, a pesquisa, a extensão e a assistência, assim como, um aprendizado autônomo e dinâmico com desenvolvimento de competências e habilidades, dos estudantes, para as práticas educativas em saúde (PERES, 2006; HAMAMOTO-FILHO et al., 2011).

## **Curso de graduação**

A sequência didática abordada aqui se associa perfeitamente aos cursos de graduação na área de saúde que possuem imunologia em sua grade curricular. Muitos desses cursos possuem “núcleos comuns”, onde algumas disciplinas básicas,

como imunologia, são abordadas brevemente e contextualizadas tendo em vista o cenário profissional de cada curso.

A imunologia, segundo Abbas (2015), é o estudo das respostas imunes em seu sentido mais amplo e de eventos celulares e moleculares que ocorrem após um organismo encontrar microrganismos e outras macromoléculas desconhecidas.

Uma notável transformação na compreensão sobre o sistema imune e suas funções existe desde a década de 1960 (ABBAS, 2015). A partir desse ponto, evidenciou-se ainda mais a necessidade de mudança na maneira em que essa disciplina tão importante é ministrada aos universitários de saúde durante a graduação e quais metodologias devem ser aplicadas para despertar o interesse do aluno, tanto dentro do ambiente universitário, em sala de aula, quanto fora dele.

A oportunidade de participar de uma liga acadêmica multiprofissional voltada para imunologia contribui para a troca de conhecimentos na disciplina e enriquecimento pessoal/profissional do estudante participante. Além disso, reflete também a realidade do mercado de trabalho, em que os profissionais necessitam participar em equipes multiprofissionais que exigem habilidades teórico-práticas e habilidades adquiridas ou aprimoradas com a vivência extracurricular.

## **Disciplina**

Em uma LA em imunologia é comum observar que a entidade estudantil é interdisciplinar e abrange desde disciplinas mais primordiais, como imunologia básica, passa por disciplinas que discorrem sobre os diversos mecanismos de agressão e defesa e chega finalmente a imunologia clínica.

Essa proposta diferenciada de ensino em imunologia extraclasse dessa sequência temática pode ser aplicada aos estudantes de saúde de qualquer semestre que esteja vinculado oficialmente a uma LA.

Há ainda possibilidade de colaboração com a instituição de ensino e os



docentes responsáveis pelas disciplinas de imunologia dos cursos para realização de atividades e eventos correlacionados com as temáticas em imunologia.

### **Tema da aula**

As LAs são um forte instrumento metodológico, que ensinam o desenvolvimento tecnológico da pesquisa, a transmissão e aquisição de conhecimento entre estudantes/professores/comunidade e possibilitam, dentro do seu alcance, um campo de prática e cuidado em saúde (TORRES et al., 2008).

Imunologia é um componente curricular da maior parte dos cursos na área de saúde, une interesses em comum e possui um potencial de fomentar a curiosidades coletiva. Assim, os conteúdos abordados dentro do espaço da liga devem despertar interesse e ser do cotidiano do estudante.

Essa sequência didática é inovadora por sugerir atividades a uma LA voltada para imunologia propondo atividades extracurriculares que colaboram para o processo de educação dos estudantes dos cursos de saúde.

Dentro do ambiente da LA será possível discutir ao longo do semestre os temas:

- Introdução às células e órgãos do sistema imune
- Resposta imune inata e adaptativa
- Resposta imune a agentes infecciosos, associados às fisiopatologias e tratamentos
- Autoimunidade
- Mecanismos imunes das alergias
- Reações de hipersensibilidade
- Imunologia do transplante
- Vacinas e soros

## **Conteúdo**

Segundo as Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos da área da saúde, passou a ser sugerido a utilização de metodologias que privilegiam a interação entre ensino, pesquisa, extensão e a assistência, esse último sendo composta por atividades que devem ser voltadas para a cidadania. Todos esses fundamentos são realizados dentro das ligas acadêmicas (BASTOS et al., 2012).

Portanto, dentro desse espaço extraclasse, a sequência didática abordará temas essenciais e relevantes em imunologia, e permitirá a discussão de temas não correlacionados diretamente à disciplina, como: abordagem de diferentes maneiras de aprendizagem, produção de slides, pesquisa de artigos nas plataformas de busca, apresentação de artigos científicos e organização de eventos científicos.

## **Objetivos**

### *Objetivo geral*

- Essa proposta busca como objetivo geral demonstrar a importância de uma liga acadêmica de imunologia para as atividades de ensino, pesquisa e extensão dentro de uma instituição de ensino superior;

### *Objetivos específicos*

- Identificar e selecionar assuntos relevantes relacionados à imunologia;
- Aplicar metodologias ativas extraclasse para contribuir no aprendizado e construção do saber dos ligantes;
- Desenvolver a autonomia estudantil no que diz respeito a detenção de conhecimento de forma convencional e não-convencional, a realização de atividades acadêmicas e cumprimento de questões

organizacionais e administrativas dentro da LA e por fim, à propagação do conhecimento adquirido aos demais.

## **Metodologia**

A metodologia aqui descrita se baseia na natureza extracurricular da LA ao longo de 1 semestre letivo. É levado em consideração que a disponibilidade para encontros seja entre 2 e 3 horas, semanais ou quinzenais, para o cumprimento do calendário proposto.

Para aqueles estudantes que ingressaram no início do semestre letivo, haverá uma breve aula de introdução à imunologia, apresentando os componentes que constituem a imunidade, importância, características e funcionamento. Essa atividade será produzida e apresentada pelos membros veteranos, sob a supervisão do professor-orientador, visando um momento de nivelamento. Nessa etapa, discussões iniciais sobre imunidade inata e adaptativa são incentivadas como parte natural do estadiamento na aprendizagem em imunologia.

Também será destinado um período para capacitação interna do grupo, onde será encorajado e intensificado a procura por artigos científicos nas principais plataformas de busca.

Já no ensino baseado em estudos de casos, sendo atrelado ao modelo de sala invertida, serão elaborados casos clínicos contendo os temas citados na seção “Tema de Aula” desse capítulo. Esse método incentiva os alunos a construir, de forma autônoma e colaborativa, a resolução do problema proposto, assim como o levantamento de quais tópicos devem ser estudados para que se cheguem a uma conclusão do caso. Isso instiga a busca por conhecimento, uma vez que, devem ser investigadas as possíveis e prováveis causas e complicações do respectivo paciente.

Utilizando o que foi aprendido no módulo preparatório, os alunos selecionarão artigos científicos e promoverão sessões de discussão de artigos internas

ou abertas ao público, bem como sessões conjuntas com outros grupos/entidades acadêmicas.

Durante o decorrer do semestre será incentivado sempre que os ligantes realizem eventos utilizando os conhecimentos adquiridos em imunologia para divulgar ciência de forma acessível e promover um entendimento maior sobre a importância da imunologia no ambiente acadêmico e no cotidiano.

E para encerramento da sequência didática é importante um momento em que os alunos possam dar opiniões sobre as atividades feitas no semestre e começar a planejar o próximo.

Tabela 9.1: Etapas da Metodologia adotada numa Liga Acadêmica em Imunologia.

<b>Etapa</b>	<b>Descrição</b>	<b>Duração</b>
Modulo Básico em Imunologia	Introdução as células e órgãos do sistema imune.	2-3 horas
Módulo Preparatório	Oficina de produção de slides e de pesquisa de artigos nas plataformas de busca.	2 horas
Discussão de Casos Clínicos	Elaboração e discussão dos casos clínicos em imunologia com os temas: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Resposta imune a agentes infecciosos, associados às fisiopatologias e tratamentos;</li> <li>• Autoimunidade;</li> <li>• Mecanismos imunes das alergias;</li> <li>• Reações de hipersensibilidade;</li> <li>• Imunologia do transplante;</li> <li>• Vacinas e soros.</li> </ul>	2 horas (cada caso)
Sessões Científicas	Apresentação de artigos científicos	2 horas (cada sessão)
Módulo Prático	Organização de eventos científicos como: feiras, stands, minicursos, exposições, etc.	variável a necessidade do evento
Encerramento	Reunião final para <i>feedbacks</i> das metodologias realizadas e planejamento estratégico do próximo semestre.	2-3 horas

Fonte: elaborado pelos autores

## **Recursos**

Segundo a visão de Paulo Freire em *Pedagogia da Autonomia* (1996), o educando ocupa o espaço central no protagonismo da própria educação, evidenciando uma prática pedagógica direcionada politicamente com vistas ao despertar da criatividade, criticidade, autonomia e liberdade.

Ligas acadêmicas são mantidas pela estrutura básica da instituição de ensino superior como por exemplo: sala de aula, projetor, quadro branco, computador, pilotos para quadro branco e apagadores. Mas por se tratar de uma abordagem diferenciada e voluntária extraclasse torna os recursos dessa abordagem infinitos e totalmente dependentes do interesse, dedicação e necessidade dos ligantes diante da tarefa a ser executada.

Inclusive em superação de problemas, como o financiamento com a colaboração mínima obrigatória, via estatuto, ou voluntária, a depender da demanda de todos para uma criação de uma caixinha da liga, com o objetivo de compra de materiais necessários em atividades lúdicas ou apresentações variadas em feiras, simpósios e exposições.

## **Avaliação**

No processo de ensino e aprendizagem, as metodologias ativas favorecem a interatividade entre os sujeitos envolvidos e favorece o compartilhamento do conhecimento em um processo que converge para uma relação horizontal entre o docente e discente na construção e reconstrução constante dos saberes, a partir de atitudes verificadas no cotidiano para além do experimentar, do inovar e do intervir no mundo real (BATISTA, 2008; MITRE et al., 2008).

O principal objetivo da LA não é pontuar, portanto dispensa avaliação uma clássica, pois não se trata de uma disciplina formal na grade curricular. Todavia, para fins acadêmicos e pessoais, torna-se interessante adicionar uma avaliação com cunho

qualitativo aos métodos utilizados, por isso, uma avaliação diagnóstica e formativa seria ideal para os interesses das LAs. Uma forma de aplicação desses tipos de avaliação é a utilização de questionários no início e ao fim de cada semestre letivo, a fim de avaliar a progressão dos discentes durante o período. Outra maneira é a discussão logo após as atividades serem realizadas, abordando assuntos como: o que foi entendido dos conteúdos abordados; quais dúvidas surgiram durante e após o evento ocorrido e se haveria outra forma de aumentar o aprendizado para com essa temática. Concluindo essa avaliação, promover reuniões com todos os integrantes da LA para discussão das metodologias aplicadas até o final do semestre letivo, onde é posto pelos alunos a sua experiência em relação às formas de aprendizagem, sendo essencial para o funcionamento da entidade estudantil, tornando-se um “termômetro” da conduta dos ligantes e das ações que precisam ser mantidas, melhoradas ou substituídas pela LA. Em resumo, não cabe avaliar quantitativamente atividades relacionadas a liga acadêmica, pois essa não se limita apenas em aprofundar o conhecimento na matéria para obtenção de uma pontuação, ela visa agregar valores à formação acadêmica e pessoal, representando uma contribuição para a sociedade direta e indiretamente a curto e longo prazo (TORRES et al., 2008).

## **Conclusão**

Por fim às LAs indiscutivelmente são benéficas para os alunos, a academia e a comunidade em geral, pois potencializam a disseminação do conhecimento adquirido pelo acadêmico durante sua vida profissional. Sobre os possíveis impactos da metodologia adotada pela LA podemos destacar: a autonomia desenvolvida entre os estudantes ligantes, o envolvimento dos alunos com a comunidade acadêmica; o trabalho em equipe; e principalmente a transformação dos estudantes em agentes multiplicadores de conhecimento. O que corrobora com a perspectiva de Paulo Freire em 1996, com o livro *Pedagogia da Autonomia*, o educando ocupa o espaço central

no protagonismo da própria educação, evidenciando uma prática pedagógica direcionada politicamente com vistas ao despertar da criatividade, criticidade, autonomia e liberdade. Importante ressaltar que uma liga acadêmica não substitui as matérias formais de imunologia nas instituições de ensino, essa apenas é apenas uma alternativa valiosa para a trajetória acadêmica do estudante em saúde.

## Referências

- ABBAS, Abul K.; LICHTMAN, Andrew H.; PILLAI, Shiv. **Imunologia Celular e Molecular**. 8ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015, p. 21-71.
- BASTOS, Mayara Lisboa Soares et al O papel das ligas acadêmicas na formação profissional. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, Brasília, v. 38, n. 6, p. 803-805, nov./dez. 2012. Disponível em: <[https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1806-37132012000600018](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-37132012000600018)>. Acesso em: Janeiro de 2021.
- BATISTA, Nildo. O enfoque problematizador na formação do profissional de saúde. **Interface – Comunicação, Saúde e Educação**, 12(25), 433-441. 2008.. Disponível em: <[https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-89102005000200014#:~:text=As%20experi%C3%AAs%20formativas%20de%20profissionais,clareza%20do%20que%20o%20caracteriza.](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-89102005000200014#:~:text=As%20experi%C3%AAs%20formativas%20de%20profissionais,clareza%20do%20que%20o%20caracteriza.)>. Acesso em: Janeiro de 2021.
- FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.
- HAMAMOTO-FILHO, Pedro Tadao et al. Pesquisa em educação médica conduzida por estudantes: Um ano de experiência no Núcleo Acadêmico de Pesquisa em Educação Médica. **Revista Brasileira de Educação Médica**, vol.35, n.1, pp.108-113. 2011. Disponível em: <[https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-55022011000100015&script=sci\\_abstract&tlng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-55022011000100015&script=sci_abstract&tlng=pt)>. Janeiro de 2021.
- MITRE, Sandra Minardi et al Metodologias ativas de ensino-aprendizagem na formação profissional em saúde: debates atuais. **Ciência & Saúde Coletiva**, vol.13, suppl.2, pp.2133-2144. 2008. Disponível em: <[https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-81232008000900018&script=sci\\_abstract&tlng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-81232008000900018&script=sci_abstract&tlng=pt)>. Acesso em: Janeiro de 2021.

- PERES, Cristiane Martins. \***1Atividades Extracurriculares: percepções e vivências durante a formação médica.** Dissertação de mestrado apresentada a Faculdade de Filosofia, Ciência e Letras de Ribeirão Preto- Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto – SP, Brasil. 2006. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/59/59137/tde-15032007-145459/publico/mestradoperes.pdf>>. Janeiro de 2021.
- SOUZA, Norma Valéria Dantas de Oliveira et al O egresso de enfermagem da FENF/UERJ no mundo do trabalho. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, v. 45, n. 1, p. 250-257, Mar. 2011. Disponível em: <[https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0080-62342011000100035](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0080-62342011000100035)>. Acesso em: Janeiro de 2021.
- TIPOS de avaliação educacional.** Disponível em: <[http://ava.opet.com.br/conteudo/editora/curso\\_cosmopolis/avaliacao\\_educacional/PDF\\_ava\\_educ\\_UT6.pdf](http://ava.opet.com.br/conteudo/editora/curso_cosmopolis/avaliacao_educacional/PDF_ava_educ_UT6.pdf)>. Acesso em: Abril de 2021.
- TORRES, Albina Rodrigues et al Ligas Acadêmicas e formação médica: contribuições e desafios. **Interface - Comunicação, Saúde e Educação**, Botucatu-SP, v. 4. 2008. Disponível em: <<https://www.scielo.org/pdf/icse/2008.v12n27/713-720/en>>. Acesso em: Janeiro de 2021.





ALESSANDRA GONZALEZ DO  
NASCIMENTO  
ÍTALO ANDRADE BARBOSA LIMA  
GABRIEL ANDRADE NONATO QUEIROZ

10

**STUDENT LEAGUES:  
TEACHING OF  
IMMUNOLOGY BEYOND  
THE CLASSROOM**

TRANSLATORS

CLARISSA DE ALMEIDA RODRIGUES TADEO  
LUCIANA HARDER ALIBERTI GONÇALVES

## **Introduction**

In higher education institutions across Brazil, there is an ongoing challenge to redesign and update the curriculum frameworks of healthcare courses. In order to make them compatible with the priorities and reality of the job market, which are quite large and diverse, skilled workers with sharp critical thinking, a great scientific background, and a high capability of innovation and initiative are needed (Souza, 2011).

The first Student Leagues (SL) from Brazilian universities emerged during a remarkable and emblematic period of Brazilian history – the military dictatorship. This sociopolitical context gave rise to conflicts with students and raised questions about education at universities and about its guidance and applicability (Torres et al., 2008).

SLs are academic entities with a comprehensive coverage of and focus on the gaps that have to be filled in academic curricula. The gaps are identified by students, under the guidance of one or more professors, and a league is then created in an attempt to bridge these gaps, promoting teaching, research, and extension tasks focused on the problem at issue (Peres, 2006; Hamamoto-Filho et al., 2011).

An SL in immunology allows teamwork, research, extension, and support, as well as independent and dynamic learning with development of students' expertise and skills in health educational practices (Peres, 2006; Hamamoto-Filho et al., 2011).

## **Undergraduate Course**

The teaching sequence discussed herein is perfectly related to undergraduate healthcare courses, which include immunology in their curriculum frameworks. Many courses have “common national cores” with basic disciplines, such as immunology, and they are briefly approached and contextualized, taking into account the professional setting of each course.

According to Abbas (2015), immunology is the study of immune responses, in its broadest sense, and of cellular and molecular events that occur after an organism has found a microorganism and other unknown macromolecules.

The understanding of the immune system and its functions has changed noticeably since the 1960s (ABBAS, 2015). Therefore, the teaching of immunology to undergraduate healthcare students went through important changes and it was necessary to select methods to encourage students' interest and participation in the university environment, in the classroom, and outside the classroom.

The opportunity to attend a multidisciplinary SL focused on immunology provides students with knowledge exchange and personal and professional growth. In addition, it reflects the reality of the labor market, in which workers have to take part in multidisciplinary teams that require theoretical and practical skills and abilities either acquired or enhanced through extracurricular experience.

## **Discipline**

In an SL of immunology, the student entity is, in general, interdisciplinary and includes from the most basic disciplines, such as basic immunology, to cell injury and defense mechanisms and clinical immunology.

This special proposal for out-of-the-classroom teaching activities applied to immunology can be used with health science students in any academic year, provided that they are official members of the SL.

There is still a possibility of collaboration with the teaching institution and with immunology professors to implement tasks and events correlated with this subject area.

## **Topics of the class**

SLs are a strong methodological tool and provide technological development

of research and knowledge transmission and acquisition among students, professors, and community, enabling the improvement of clinical practice and healthcare (TORRES et al., 2008).

Immunology is a component of the curriculum in most health science courses, and groups, in potential, share common interests in this discipline, which awakens their curiosity. Thus, the topics addressed by the SL can spark the interest of students and be part of their daily lives.

This didactic sequence is new as it suggests tasks focused on immunology, offering out-of-the-classroom activities and helping health science students to improve their knowledge.

A six-month period in an SL environment allows students to discuss the following topics:

- Introduction to cells and organs of the immune system
- Innate and adaptive immune response
- Immune response to infectious agents associated with pathophysiology and treatments
- Autoimmunity
- Immune mechanisms of allergies
- Hypersensitivity reactions
- Transplant immunology
- Vaccines and sera

## **Content**

According to the Brazilian National Curriculum Guidelines for health science courses, some methods have been recommended, and teaching, research, extension, and support interaction have been given priority. The support consists of activities that focus on civic issues. All these principles are put into practice in SLs (BASTOS et

al., 2012).

Therefore, in the out-of-the-classroom environment, didactic sequence addresses essential and relevant topics in immunology and allows the discussion of subjects that are not directly related to the discipline, such as different learning approaches, use of slides, reading of articles obtained from search platforms, presentations of scientific papers, and organization of scientific events.

## **Objective**

### *General objectives*

- The methodology proposed here aims to demonstrate how important an SL in immunology is for teaching, research, and extension at a higher education institution;

### *Specific objectives*

- To identify and choose relevant topics related to immunology;
- To apply active out-of-the-classroom methods to contribute to leaguers' learning and to their construction of knowledge;
- To improve students' autonomy over their knowledge in a conventional and non-conventional way; to improve the performance of academic tasks and the fulfillment of organizational and administrative tasks in SL and; finally, to enhance the dissemination of their acquired knowledge to others.

## **Method**

The method consists of out-of-the-classroom activities to be carried out in the SL over one academic semester. Availability of 2-3 hours is considered for weekly or

biweekly meetings.

A short introductory lesson on immunology, touching on the components of the immune system, their relevance, features, and performance, is offered for those students admitted at the beginning of the academic semester. This task is prepared and carried out by senior members under the supervision of a professor in order to place students in the appropriate level. In this stage, initial discussions about innate and adaptive immunity are encouraged as a natural part of the progress in learning about immunology.

Also, a module is dedicated to internal qualification of the group, encouraging and stepping up the search for more scientific papers on search platforms.

Regarding teaching based on case studies and linked to the flipped classroom model, clinical cases are created, including all the topics mentioned in "Topics of the class" section, in this chapter. This method encourages students to come up with a solution to the proposed problem, in a collaborative and independent way, and to choose the topics that should be studied for a case conclusion. The method instigates the search for knowledge, considering that possible and probable etiologies should be investigated, as well as complications presented by the patients.

The students choose some scientific papers and discuss them in internal or public sessions, using what they have learned in the preparatory module, which includes meetings with other groups or academic entities.

During the six-month period, the leaguers will always be encouraged to conduct events using their acquired knowledge in immunology to disseminate scientific knowledge in an accessible way and to improve the understanding about how immunology is important in the academic environment and in the daily routine.

At the end of the didactic sequence, students can give their opinion about the tasks and begin to plan for the next six-month period.

Table 10.1: Methods and stages adopted in a Student League in Immunology.

Stage	Description	Duration
Basic Module in Immunology	Introduction to cells and organs of the immune system.	2-3 hours
Preparatory Module	Production of slides and search of articles on search platforms.	2 hours
Clinical Case Discussion	<p>Elaboration and discussion of clinical cases in immunology, including the following topics:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Immune response to infectious agents associated with pathophysiology and treatments;</li> <li>• Autoimmunity;</li> <li>• Immune mechanisms of allergies;</li> <li>• Hypersensitivity reactions;</li> <li>• Transplantation immunology;</li> <li>• Vaccines and sera.</li> </ul>	2 hours (each case)
Scientific Sessions	Presentation of scientific papers.	2 hours (each session)
Practice Module	Organization of scientific events, such as conferences, stands, short courses, expositions, etc.	It depends on the requirements of each event
Closure	Final meeting for feedback on methodology and strategies for planning the next semester.	2-3 hours

Source: Drafted by the authors

## **Resources**

According to Paulo Freire's view on Pedagogy of Autonomy (1996), learners take on a leading role in their own education, which highlights a teaching practice politically aimed at encouraging creativity, criticality, autonomy, and freedom.

Student leagues are supported by the basic structure of higher education institutions, such as the classroom, multimedia projector, whiteboard, computer, and whiteboard markers and erasers. Given the distinctive and voluntary nature of this out-of-the-class approach, resources are infinite and totally dependent on the interest, dedication, and needs of SL members.

Moreover, SLs rely on funding, by means of a voluntary or mandatory minimum collaboration and in compliance with the bylaws. But this collaboration depends on the goodwill of all members towards contributing some money for the purchase of materials needed for ludic activities or presentations at fairs, symposiums, and expositions.

## **Evaluation**

In the teaching and learning process, active methodologies improve interaction among individuals and shared knowledge, turning the process into a relationship between professor and student for the construction and reconstruction of continuous knowledge from daily actions beyond experience, innovation, and intervention in the real world (BATISTA, 2008; MITRE et al., 2008).

The main objective of the SL is not to point out, however, a classical evaluation is not required, because it is not about a formal subject in the curriculum framework. Nevertheless, for academic and personal purposes, an additional qualitative evaluation of the methodology used can be interesting. Therefore, a diagnostic and formative evaluation would be ideal for SLs. Questionnaires applied at the beginning and at the end of each academic semester can be used to evaluate students'



achievements during the period. Also, discussions after the activities can be used to check what was understood, what questions came up during and after the event, and if there would be another way to enhance learning about the topic. After the evaluation, meetings should be held with all SL members to discuss the methodology applied throughout the academic semester, when students share their experiences with the learning methods, which are essential to the operation of an SL, and their experiences can thus be used as a “thermometer” for the conduct of SL members and for the actions that need to be maintained, improved, or replaced by the SL. In short, quantitative assessments of the activities carried out by the SL are not appropriate because the aim of SLs goes beyond digging deeper into the subject for the sake of a score; the aim is to add value to academic and personal education by contributing directly and indirectly to society in the short and long term (TORRES et al., 2008).

## **Conclusion**

Finally, SLs are unquestionably beneficial for students, the academy, and the community in general because they enhance the dissemination of knowledge acquired by students during their professional lives. About the probable impacts of the methodology adopted by SLs, we can highlight improved autonomy among SL members, the students’ involvement in the academic community, teamwork, and especially, their transformation into knowledge multipliers. And that is what supports Paulo Freire’s perspective in 1996, in the book “Pedagogy of Autonomy” – learners play a central role in their own education, which highlights a teaching practice politically aimed at encouraging creativity, criticality, autonomy, and freedom. Of note, SLs will not take the place of formal education about immunology at teaching institutions. SLs are only a valuable alternative for the academic journey of students in health studies.

## References

- ABBAS, Abul K.; LICHTMAN, Andrew H.; PILLAI, Shiv. **Imunologia Celular e Molecular**. 8ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015, p. 21-71
- BASTOS, Mayara Lisboa Soares et al., **O papel das ligas acadêmicas na formação profissional**. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, Brasília, v. 38, n. 6, p. 803-805, nov./dez. 2012. Available in: <[https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1806-37132012000600018](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-37132012000600018)>. Access in: January, 2021.
- BATISTA, Nildo. **O enfoque problematizador na formação do profissional de saúde**. *Interfase – Comunicação, Saúde e Educação*, 12(25), 433-441. 2008. Available: <[https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-89102005000200014#:~:text=As%20experi%C3%AAs%20formativas%20de%20profissionais,clareza%20do%20que%20o%20caracteriza.](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-89102005000200014#:~:text=As%20experi%C3%AAs%20formativas%20de%20profissionais,clareza%20do%20que%20o%20caracteriza.)>. Access in: January, 2021.
- FREIRE, Paulo. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Paz e Terra, 1996.
- HAMAMOTO-FILHO, Pedro Tadao et al., **Research in medical education led by students: A year of experience in the Academic Core in Medical Education**. *Revista Brasileira de Educação Médica*, vol.35, n.1, pp.108-113. 2011. Available in: <[https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-55022011000100015&script=sci\\_abstract&tlng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-55022011000100015&script=sci_abstract&tlng=pt)>. January, 2021.
- Kinds of educational evaluation**. Available in: <[http://ava.opet.com.br/conteudo/editora/curso\\_cosmopolis/avaliacao\\_educacional/PDF\\_ava\\_educ\\_UT6.pdf](http://ava.opet.com.br/conteudo/editora/curso_cosmopolis/avaliacao_educacional/PDF_ava_educ_UT6.pdf)>. Access in: April, 2021.
- MITRE, Sandra Minardi et al **Metodologias ativas de ensino-aprendizagem na formação profissional em saúde: debates atuais**. *Ciência & Saúde Coletiva*, vol.13, suppl.2, pp.2133-2144. 2008. Available in: <[https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-81232008000900018&script=sci\\_abstract&tlng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-81232008000900018&script=sci_abstract&tlng=pt)>. Access in: January, 2021.
- PERES, Cristiane Martins. **\*1Atividades Extracurriculares: percepções e vivências durante a formação médica**. Master's dissertation presented to the Faculty of Philosophy, Sciences and Arts of Ribeirão Preto - University of São Paulo, Ribeirão Preto - SP, Brazil. 2006. Available in: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/59/59137/tde-15032007-145459/publico/mestradoperes.pdf>>. January, 2021.
- SOUZA, Norma Valéria Dantas de Oliveira et al **O egresso de enfermagem da**

**FENF/UERJ no mundo do trabalho.** Revista da Escola de Enfermagem da USP, v. 45, n. 1, p. 250-257, Mar. 2011. Disponível em: <[https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0080-62342011000100035](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0080-62342011000100035)>. Available in: <[https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0080-62342011000100035](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0080-62342011000100035)>. Access in: January, 2021.

TORRES, Albina Rodrigues et al., **Ligas Acadêmicas e formação médica: contribuições e desafios.** Interface - Comunicação, Saúde e Educação, Botucatu-SP, v. 4. 2008. Available in: <<https://www.scielo.org/pdf/icse/2008.v12n27/713-720/en>>. Access in: January, 2021.

The background of the entire page is a microscopic image of cells. The cells are stained with two different fluorescent dyes. One dye, likely a nucleic acid stain, glows in a vibrant red color, highlighting the nuclei and some internal structures. The other dye, likely a cytoskeletal stain, glows in a bright green color, outlining the cell membranes and internal filaments. The overall effect is a complex, interconnected network of red and green structures against a dark background.

**JEORGE MIKAEL RIPARDO SOUSA  
MIGUEL FERNANDES DE LIMA NETO**

**11**

**CONHECENDO A  
IMUNIDADE INATA  
ATRAVÉS DE  
METODOLOGIAS ATIVAS  
DE ENSINO E  
APRENDIZAGEM**

## Introdução

O estudo da Imunologia possui grande relevância na vida do indivíduo por fornecer explicações sobre o funcionamento corporal, além de essencial para a saúde pública. Desse modo, garantir o acesso a esses conhecimentos científicos para alunos da Educação Básica é algo fundamental, pois possibilita que os estudantes tenham uma maior formação sobre os conhecimentos do Sistema Imunológico e invistam mais nos cuidados com a saúde e qualidade de vida (SILVA et al., 2018).

Os conhecimentos acerca do Sistema Imunológico são conteúdos de estudo durante o Ensino Médio, e a utilização de Sequências Didáticas (SD) e Metodologias Ativas pode ser uma boa estratégia para facilitar a abordagem desse tema. As SD auxiliam os professores a desenvolverem intervenções de ensino mais organizadas para que os estudantes compreendam os conteúdos (KOBASHIGAWA et al., 2008). Além disso, elas possibilitam o uso de atividades de colaboração no contexto educativo, estimulando a interação entre os alunos em um processo colaborativo de construção do conhecimento (CABRAL, 2017).

As Metodologias Ativas são estratégias de ensino que priorizam a emancipação do sujeito, favorecendo a prática colaborativa, autonomia, responsabilidade, pensamento crítico e empatia (ANDRADE; MARIHAMA, 2021). E, através da utilização dessas metodologias, os professores podem mobilizar também o interesse e o protagonismo juvenil dos alunos (ANDRADE; SARTORI, 2018).

Segundo Moran (2018), são muitas as possibilidades de metodologias ativas, tais como: Aprendizagem Baseada em Problemas, Aprendizagem Baseada em Projetos, Aprendizagem Baseada na Investigação, Aprendizagem Colaborativa/ Compartilhada e Aprendizagem através de Jogos (Gamificação). Berbel (2011), também cita o Estudo de Caso e a Sala de Aula Invertida como métodos ativos de aprendizagem. Todas essas estratégias de ensino buscam incentivar a participação

ativa do aluno no processo de aprendizagem. A escolha de uma abordagem específica de metodologia ativa depende dos objetivos que o professor deseja alcançar com seus alunos.

A aplicação dessas metodologias tem sido muito discutida atualmente, principalmente no âmbito acadêmico. Mas, no contexto da Educação Básica, a sua aplicação ainda não é muito evidente. Nesse sentido, o uso de SD e das Metodologias Ativas como ferramenta de ensino para Imunologia na Educação Básica surge como uma potencialidade para incrementar às aulas, aumentando a aquisição desse conhecimento, o desenvolvimento de novas competências, da autonomia, da colaboração e participação ativa dos estudantes.

### **Ensino Médio**

Esta SD é destinada para ser aplicada por professores de Biologia em turmas do Ensino Médio (1º ao 3º), visto que nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) de 1998, a Imunologia é uma temática sugerida na sessão Ser Humano e Saúde dos conteúdos de Ciências Naturais, pois ajuda os estudantes a compreenderem as funções da Imunidade Inata do corpo em resposta aos estímulos do meio externo. Além disso, a temática da Imunologia é elencada para a BNCC porque possibilita um conhecimento mais aprofundado e aplicado sobre o Sistema Imunológico.

### **Disciplina**

Os conhecimentos acerca do Sistema Imunológico são objetivos de estudo da disciplina de Biologia durante o Ensino Médio, pois possibilita que os alunos compreendam a ação dos principais componentes do Sistema Imunitário contra agentes infecciosos. Além disso, os estudantes podem identificar doenças causadas por vírus e bactérias, reconhecer a forma que as vacinas atuam no desenvolvimento de anticorpos, a variedade de vacinas e, conseqüentemente, compreender a

importância das campanhas de vacinação, além dos cuidados com a alimentação, higiene pessoal e bem-estar psicossocial para manter o corpo saudável (BRASIL, 1998).

### **Tema da aula**

Esta proposta de SD traz como temática principal a Imunidade Inata, abordando as defesas naturais do corpo humano. Nela, faremos uma introdução sobre órgãos do Sistema Imunológico e as barreiras que o organismo possui para evitar a entrada de antígenos.

O Sistema Imunológico está presente em todos os seres vivos e é composto por um conjunto de células, moléculas, tecidos e órgãos responsáveis pela eliminação de agentes patógenos do organismo buscando garantir a sua homeostase (TEVA; FERNANDEZ; SILVA, 2009). A Imunidade Inata, também denominada Imunidade Natural ou Não Específica, refere-se ao conjunto de defesas naturais presentes no corpo humano. Ela é responsável pela prevenção e controle de diversas infecções relacionadas a diferentes tipos de microrganismos. Funciona como um “sistema de monitoramento”, avisando e impedindo a entrada de patógenos, garantindo a segurança do indivíduo (CRUVINEL et al., 2010). Nesse sentido, e considerando o atual cenário mundial, os conhecimentos acerca da Imunidade Inata complementam-se aos cuidados e medidas importantes de higiene e saúde, com o objetivo de impedir a transmissão de doenças causadas por microrganismos.

### **Conteúdo**

Conforme já abordado, o conteúdo é Imunologia Geral com ênfase na Imunidade Inata e seus componentes, buscando seguir o que é proposto pelos PCN (1998), no qual destaca as defesas inatas do corpo. Os órgãos e componentes do Sistema Imunológico são: linfonodos, medula óssea, apêndice, timo, baço, Placas de

Peyer, tonsilas e adenoides. As barreiras do organismo são classificadas em: barreiras mecânicas, microbiológicas e químicas. A barreira mecânica é composta pela pele e membrana mucosa. A microbiológica é constituída pelas bactérias da flora normal. A barreira química é composta pelo ácido gástrico, lágrimas e suor (LOPES, 2011).

## **Objetivos**

### *Objetivos gerais*

- Desenvolver os conhecimentos acerca do Sistema Imunológico Humano através de Metodologias Ativas de ensino e aprendizagem.
- Empregar novas competências, habilidades e o espírito colaborativo por meio de sequências didáticas.

### *Objetivos específicos*

- Reconhecer os órgãos e componentes do Sistema Imunológico, as barreiras do organismo e a importância da Imunidade Inata para a homeostase do corpo humano.
- Entender a Imunidade Inata comparando os conhecimentos previamente adquiridos através das experiências de vida aos conhecimentos científicos.
- Aplicar os conhecimentos sobre os órgãos e componentes que formam o Sistema Imunológico Humano e a Imunidade Inata, executando jogos, modelos didáticos e protagonismo juvenil.
- Analisar os conteúdos acerca da Imunidade, atribuindo a importância dos cuidados básicos de saúde e higiene.



- Avaliar os conhecimentos adquiridos sobre o Sistema Imunológico valorizando atividades colaborativas gamificadas.

## **Metodologia**

Nesta sequência didática, procuramos adotar duas abordagens de Metodologias Ativas, sendo elas a Aprendizagem Colaborativa e a Gamificação. De acordo com Torres e Irala (2014), a aprendizagem colaborativa são atividades que não envolvem apenas o compartilhamento de conhecimento, mas o envolvimento de todos na construção do aprendizado de forma participativa. Essa metodologia possibilita uma melhor interação social entre os alunos e favorece o desenvolvimento de atividades em grupo.

Já a Gamificação utiliza o recurso da linguagem e estética dos jogos, criando contextos de aprendizagem mais interessantes, essas atividades são constituídas de etapas, níveis, tarefas, desafios, missões, pontuação e feedback. Os jogos despertam a motivação, a criatividade, o pensamento autônomo e estratégico e isso melhora o engajamento do aluno com o aprendizado (BUSARELLO, 2016).

A estruturação da sequência didática foi elaborada com base em Dolz; Noverraz; Schneuwly (2004), onde as SD são constituídas de quatro fases: (1) Apresentação da situação de ensino, (2) Produção inicial, (3) Módulos e a (4) Produção final. As etapas de aula estão descritas abaixo:

(1) Realização de uma aula sobre órgãos e componentes do Sistema Imunológico, as barreiras do organismo e a importância da Imunidade Inata, buscando comparar de forma os conhecimentos prévios dos alunos com conhecimentos científicos. Além disso, nessa etapa são apresentadas as outras atividades que serão desenvolvidas na SD. Nesse momento o docente deverá favorecer a interação social entre os alunos e o compartilhamento de experiências de vida, bem como poderá utilizar outros recursos visuais e digitais para favorecer a

abordagem do tema.

(2) Aplicação do Jogo Imunológico<sup>1</sup> para desenvolver os conhecimentos sobre o Sistema Imunológico Humano e a Imunidade Inata, através dos jogos. O jogo é composto por 32 cartas: 16 trazem imagens representando o Sistema Imunológico, a imunidade inata, linfonodos, medula óssea, apêndice, timo, baço, placas de Peyer, tonsilas, adenoides, pele, membrana mucosa, bactérias da flora, ácido gástrico, lágrimas, suor; as outras 16 trazem descrições e funções das estruturas presentes nas imagens. O objetivo do jogo é relacionar as cartas. A turma poderá ser dividida em equipes de até 5 alunos com um jogo para cada equipe. Vence o grupo que conseguir relacionar todas as cartas do jogo primeiro. Nesta etapa da SD, é muito importante a participação do professor no domínio e organização da atividade para que ela não se torne apenas objeto de diversão e sim de aprendizagem e construção do conhecimento.

(3) Módulo I: formação de equipes de até 5 alunos para construção dos modelos didáticos para aplicar os conhecimentos adquiridos nas etapas anteriores. Os modelos podem ser construídos de isopor, biscoito, papelão, imagens impressas etc. O docente poderá apresentar a ideia de modelos para conduzir os alunos, mas o essencial é que eles usem a criatividade e desenvolvam os seus próprios modelos.

(3) Módulo II: momento de apresentação dos modelos criados para analisar o conhecimento dos alunos. Nesta etapa, cada equipe descreve o seu modelo didático e os materiais utilizados. Durante a apresentação é importante que haja a participação e o protagonismo de todos os alunos. Essa atividade poderá ser realizada apenas em sala ou pode ser um evento aberto para a comunidade escolar.

(4) Aplicação do Quiz das Defesas do Corpo<sup>2</sup> para avaliar os conhecimentos

---

<sup>1</sup> elaborado pelos autores e disponível no tópico “Recursos”;

<sup>2</sup> elaborado pelos autores e disponível no tópico “Recursos”;

adquiridos através de atividades colaborativas gamificadas. O jogo de perguntas e respostas foi produzido através do PowerPoint e aborda os assuntos vivenciados na SD. Os alunos escolherão entre 25 números em que serão sorteadas perguntas. As equipes podem ser compostas de até 5 alunos, e a que responder corretamente mais perguntas vence o jogo. Assim como na etapa (2), é muito importante a participação do professor no domínio e organização do jogo para que ele não se torne apenas objeto de diversão.

Tabela 11.1 Representação das etapas da Sequência Didática, bem como a descrição das atividades por etapa, objetivos e duração.

<b>Etapa</b>	<b>Descrição</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Duração</b>
(1) Apresentação da situação de ensino	Discussão sobre a importância do Sistema Imunológico e da Imunidade Inata; apresentação dos objetivos e atividades coletivas que serão desenvolvidas na SD.	Reconhecer os órgãos e componentes do Sistema Imunológico e a importância da Imunidade Inata.	1h 40 minutos
(2) Produção inicial	Aplicação do <i>Jogo Imunológico</i> para diagnóstico dos alunos em relação a temática da aula.	Entender a Imunidade Inata comparando os conhecimentos previamente adquiridos aos conhecimentos científicos.	1h 40 minutos
(3) Módulo I	Construção colaborativa de modelos didáticos para demonstração das barreiras de defesa do organismo.	Aplicar os conhecimentos sobre os órgãos e componentes que formam o Sistema Imunológico executando modelos didáticos.	1h 40 minutos

(3) Módulo II	Apresentação de modelos didáticos construídos pelos alunos.	Aplicar através do protagonismo juvenil o conhecimento sobre os órgãos e componentes que formam o Sistema Imunológico.	1h 40 minutos
(4) Produção Final	Aplicação do “ <i>Quiz das Defesas do Corpo Humano</i> ” para avaliar os conhecimentos adquiridos e objetivos alcançados	Avaliar e validar os conhecimentos adquiridos sobre o Sistema Imunológico valorizando atividades gamificadas.	1h 40 minutos

Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

### Recursos

- Computador e Projetor multimídia
- Arquivo em Power Point do *Quiz das Defesas do Corpo Humano* que poderá ser baixado através do link:  
<https://drive.google.com/file/d/1SczyGWeG-cYwOIGgh3jSWNLY9k60KOzk/view?usp=sharing>
- Materiais para a confecção dos modelos didáticos que podem ser providenciados pelo professor e/ou pelos próprios alunos (isopor, papelão, biscuit, imagens impressas etc.).
- Arquivo do *Jogo Imunológico* (figuras e seus textos correspondentes) que pode ser impresso através do link:  
[https://drive.google.com/file/d/1-vEbz8hTUETOoVmiRSkWAUzo1\\_l8UgR8/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1-vEbz8hTUETOoVmiRSkWAUzo1_l8UgR8/view?usp=sharing)

## **Avaliação**

A avaliação será realizada por meio da observação dos participantes através da apropriação, experimentação, *feedback* das atividades e discussões acerca dos conteúdos, obtendo um diagnóstico após a aplicação do Jogo Imunológico e construção dos modelos didáticos. Ou seja, pretende-se conhecer as habilidades dos alunos sobre o assunto e identificar possíveis dificuldades. Além disso, o Quiz das Defesas do Corpo Humano é o método no qual o professor avaliará os conhecimentos adquiridos durante todo o processo de aprendizagem, no qual poderá observar se os objetivos foram alcançados.

Caso as atividades aqui desenvolvidas não sejam suficientes para uma aprendizagem significativa, o docente poderá reorganizá-las e inserir aulas extra com o objetivo de reformular a proposta e contornar as dificuldades encontradas. Pois, a avaliação não vem apenas para verificar os conhecimentos teóricos adquiridos, mas também visa a sensibilização e a apropriação acerca das discussões e colaborações que surgirão durante o processo.

## **Conclusão**

As atividades propostas nesta Sequência Didática trazem uma nova abordagem para o ensino de Imunologia através do uso de jogos e intervenções colaborativas. Buscamos, através deste material, incentivar os docentes a inovarem no ensino dessa temática, utilizando estratégias que facilitem a aprendizagem e a troca de conhecimento, promovendo uma maior difusão desse assunto tão importante para a compreensão dos conhecimentos científicos e para a saúde coletiva. Por meio da discussão do assunto, aplicação das atividades colaborativas e uso das metodologias aqui destacadas, os objetivos de aprendizagem poderão ser alcançados. Por fim, a presente proposta não deve ser vista como um modelo estático a ser seguido à risca, é importante que cada professor a adapte à sua realidade e aos

seus alunos, caso haja necessidade. Além disso, esta proposta pode ser adaptada ou utilizada como modelo para outros conteúdos além da Imunologia.

## Referências Bibliográficas

- ANDRADE, Claudiana Ribeiro dos Santos; MARIHAMA, Diego Kenji de Almeida. Como as metodologias ativas contribuem no processo de transformação da educação? in: LAMIM-GUEDES, Valdir (org.). **Metodologias Ativas: diferentes abordagens e suas aplicações**. São Paulo: Na Raiz, 2021. Cap. 1. p. 10-22. <http://doi.org/10.5281/zenodo.4628554>
- ANDRADE, Júlia Pinheiro; SARTORI, Juliana. O professor autor e experiências significativas na educação do século XXI: Estratégias ativas baseadas na metodologia de contextualização de aprendizagem. In: BACICH, Lilian.; MORAN, José. (Org.). **Metodologias ativas para uma educação inovadora: Uma abordagem teórica**. Porto Alegre: Penso, Cap. 8, p. 175-198, 2018.
- BERBEL, Neusi Aparecida Navas. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. **Semina: Ciências Sociais e Humanas**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 25-40, jan./jun. 2011.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: ciências naturais**. Brasília, 1998.
- \_\_\_\_\_. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, Consed, Undime. 2018.
- BUSARELLO, Raul Inácio. Gamification: princípios e estratégias. São Paulo: Pimenta Cultural, 2016. 126 p.
- CABRAL, Natanael Freitas. **Sequências didáticas: estrutura e elaboração**. Belém: SBEM/SBEM-PA. 2017.
- CRUVINEL, Wilson de Melo et al. Sistema Imunitário – Parte I. Fundamentos da imunidade inata com ênfase nos mecanismos moleculares e celulares da resposta inflamatória. *Rev Bras Reumatol*, v. 50, n. 4, p. 434-61, 2010.
- DOLZ, Joaquim; NOVERRAZ, Michèle; SCHNEUWLY, Bernard. Sequências didáticas para o oral e a escrita: apresentação de um procedimento. In: SCHNEUWLY, Bernard; DOLZ, Joaquim. (org.). **Gêneros orais e escritos na escola**. Campinas: Mercado das Letras, cap. 4, p.95-128. 2004.
- KOBASHIGAWA, Alexandre Hiroshi *et al.* Estação ciência: formação de educadores para o ensino de ciências nas séries iniciais do ensino fundamental. In: IV

**Seminário Nacional ABC na Educação Científica.** São Paulo, p. 212-217. 2008.

LOPES, Camila Simões Machado. **Produção do livro paradidático “explorando o sistema imunológico” baseada na teoria cognitiva da aprendizagem multimídia:** uma contribuição para o processo de ensino-aprendizagem de alunos do 2º ano do ensino médio. 2011. 87 f. Dissertação (Doutorado) - Curso de Programa de Pós- Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2011. Disponível em: <  
[http://www.biblioteca.pucminas.br/teses/EnCiMat\\_LopesCSM\\_1.pdf](http://www.biblioteca.pucminas.br/teses/EnCiMat_LopesCSM_1.pdf)>.

Acesso em: 28 fev. 2021.

MORAN, José. Metodologias ativas para uma aprendizagem mais profunda. In: BACICH, Lilian; MORAN, José (Org.). *Metodologias Ativas para uma Educação Inovadora: uma abordagem teórico-prática.* Porto Alegre: Penso, 2018.

SILVA, Bruno Neves da *et al.* Imunologia nas escolas: experiências de um projeto de extensão. **Revista Brasileira de Extensão Universitária**, [S.L.], v. 9, n. 2, p. 93-98, 30 ago. 2018. Universidade Federal da Fronteira Sul. <http://dx.doi.org/10.24317/2358-0399.2018v9i2.7669>.

TORRES, Patrícia Lupion.; IRALA, Esrom Adriano Freitas. Aprendizagem colaborativa: teoria e prática. In: TORRES, P. L. (Org.). *Complexidade: redes e conexões na produção do conhecimento.* Curitiba: SENARPR, v. 1, p. 61-94, 2014.

TEVA, Antônio; FERNANDEZ, José Carlos Couto; SILVA, Valmir Laurentino. Imunologia. In: MOLINARO, Etelcia Moraes; CAPUTO, Luzia Fátima Gonçalves; AMENDOEIRA, Maria Regina Reis (org.). **Conceitos e métodos para a formação de profissionais em laboratórios de saúde:** volume 1. Rio de Janeiro: EPSJV, IOC, cap. 1. p. 18-121. 2009.

The background of the cover is a microscopic image of cells. The cells are stained with two different fluorescent dyes, one red and one green, which highlights their internal structures and membranes. The overall appearance is a complex, interconnected network of cells with bright spots and lines against a dark background.

**GEORGE MIKAEL RIPARDO SOUSA  
MIGUEL FERNANDES DE LIMA NETO**

**12**

**LEARNING ABOUT  
INNATE IMMUNITY  
THROUGH ACTIVE  
TEACHING AND  
LEARNING  
METHODOLOGIES**

**TRANSLATOR  
LOURDES M. VIERA**



## Introduction

The study of immunology has great relevance in the life of the individual by providing explanations about the functioning of the body, as well as being essential to public health. Thus, ensuring access to this scientific knowledge for students in Basic Education is fundamental, as it allows students to have a better understanding of the immune System and to invest more in health care and quality of life. (SILVA et al., 2018).

Knowledge about the immune system is a subject of study during high school, and the use of Didactic Sequences (DS) and Active Methodologies can be a good strategy to facilitate the approach to this topic. The DSs help teachers to develop more organized teaching interventions so that students understand the content (KOBASHIGAWA et al., 2008). In addition, they enable the use of collaborative activities in the educational context, stimulating interaction among students in a collaborative process of knowledge construction (CABRAL, 2017).

Active Methodologies are teaching strategies that prioritize the emancipation of the person, favoring collaborative practice, autonomy, responsibility, critical thinking, and empathy (ANDRADE; MARIHAMA, 2021). And, through the use of these methodologies, teachers can also mobilize the interest and youth protagonism of students (ANDRADE; SARTORI, 2018).

According to Moran (2018), there are many possibilities for active methodologies, such as Problem-Based Learning, Project-Based Learning, Research-Based Learning, Collaborative/Shared Learning, and Learning through Games (Gamification). Berbel (2011) also cites the Case Study and the Flipped Classroom as active learning methods. All of these teaching strategies seek to encourage active student participation in the learning process. The choice of a specific active methodology approach depends on the objectives that the teacher wants to achieve with their students.

The application of these methodologies has been much discussed nowadays, mainly in the academic sphere. However, in the context of Basic education, its application is still not very evident. In this sense, the use of DS and Active Methodologies as a teaching tool for Immunology in Basic Education emerges as a potential to enhance the lessons, increasing the acquisition of this knowledge, the development of new skills, autonomy, collaboration, and active participation of students.

## **High School**

This DS is intended to be applied by Biology teachers in high school classes (10-12), since in the 1998 Brazilian National Curriculum Parameters (PCN), Immunology is a topic suggested in the section *Human Being and Health of the Natural Sciences* content, as it helps students understand the body's innate immunity functions in response to stimuli from the external environment. In addition, the subject of Immunology is listed in the BNCC (Brazilian National Common Core Curriculum), because it enables a more in-depth and applied knowledge about the immune system.

## **Subject**

Knowledge about the immune system is an objective of the study in Biology during high school because it allows students to understand the action of the main components of the immune system against infectious agents. In addition, students can identify diseases caused by viruses and bacteria, recognize how vaccines work in the development of antibodies, the variety of vaccines and, consequently, understand the importance of vaccination campaigns, as well as how to care for food, personal hygiene, and psychosocial well-being to keep the body healthy (BRASIL, 1998).

## **Class theme**

This DS proposal brings as its main theme the innate immunity, addressing the natural defenses of the human body. In it, we will make an introduction about organs of the immune system and the barriers that the body has to prevent the entry of antigens.

The immune system is present in all living beings and is composed of a set of cells, molecules, tissues, and organs responsible for the elimination of pathogens from the body, seeking to guarantee its homeostasis (TEVA; FERNANDEZ; SILVA, 2009). Innate immunity, also called natural or non-specific immunity, refers to the set of natural defenses present in the human body. It is responsible for the prevention and control of various infections related to different types of microorganisms. It works as a “monitoring system”, warning and preventing the entry of pathogens, ensuring the safety of the individual (CRUVINEL et al., 2010). In this sense, and considering the current world scenario, the knowledge about innate immunity complements important care and measures of hygiene and health, with the objective of preventing the transmission of diseases caused by microorganisms.

## **Content**

As already discussed, the content is General Immunology with emphasis on innate Immunity and its components, seeking to follow what is proposed by the PCN (1998), which highlights the innate defenses of the body. The organs and components of the immune system are lymph nodes, bone marrow, appendix, thymus, spleen, Peyer's patches, tonsils, and adenoids. The body's barriers are classified into mechanical, microbiological, and chemical barriers. The mechanical barrier is composed of the skin and mucous membrane, the microbiological consists of bacteria of the normal flora and the chemical barrier is composed of gastric acid, tears, and sweat (LOPES, 2011).

## **Objectives**

### *General objectives*

- Develop knowledge about the human immune system through Active Teaching and Learning Methodologies.
- Employ new skills, abilities, and a collaborative spirit through didactic sequences.

### *Specific Objectives*

- Recognize the organs and components of the immune system, the body's barriers, and the importance of innate immunity for the homeostasis of the human body.
- Understand innate immunity by comparing knowledge previously acquired through life experiences to scientific knowledge.
- Apply knowledge about the organs and components that form the human immune system and innate immunity, by playing games, using didactic models, and youth protagonism.
- Analyze the contents about immunity, attributing the importance of basic health and hygiene care.
- Evaluate the knowledge acquired about the immune system by valuing gamified collaborative activities.

## **Methodology**

In this didactic sequence, we seek to adopt two Active Methodologies approaches, namely Collaborative Learning and Gamification. According to Torres and Irala (2014), collaborative learning is composed of activities that not only involve the sharing of knowledge but the involvement of everyone in the construction of

learning in a participatory manner. This methodology allows for better social interaction between students and favors the development of group activities.

Gamification, on the other hand, uses the language and aesthetics of games, creating more interesting learning contexts. These activities consist of phases, levels, tasks, challenges, missions, scoring, and feedback. Games arouse motivation, creativity, autonomous and strategic thinking, and this improves the student's engagement with learning (BUSARELLO, 2016).

The structuring of the didactic sequence was based on Dolz; Noverraz; Schneuwly (2004), where the DSs are composed of four phases: (1) Presentation of the teaching situation, (2) Initial production, (3) Modules, and (4) Final production. The lesson steps are described below:

(1) Conducting a class on organs and components of the immune system, the organism's barriers, and the importance of innate immunity, seeking to compare students' prior knowledge with scientific knowledge. In addition, in this step, the other activities that will be developed in the DS are presented. At this point, the teacher should favor social interaction between students and the sharing of life experiences and can use other visual and digital resources to favor the approach of the theme.

(2) Application of the Immunological Game<sup>1</sup> to develop knowledge about the human immune system and innate immunity, through games. The game consists of 32 cards: 16 have images representing the immune system, innate immunity, lymph nodes, bone marrow, appendix, thymus, spleen, Peyer's patches, tonsils, adenoids, skin, mucous membrane, flora bacteria, gastric acid, tears, sweat; the other 16 have descriptions and functions of the structures present in the images. The object of the game is to match the cards. Class can be divided into teams of up to 5 students with one game for each team. The group that can list all the cards in the game first wins.

---

<sup>1</sup> prepared by the authors and available in the topic "Resources."

At this point of the DS, it is particularly important that the teacher takes part in mastering and organizing the activity so that it does not become just an object of entertainment, but rather an object of learning and knowledge construction.

(3) Module I: formation of teams of up to 5 students to build the didactic models to apply the knowledge acquired in the previous steps. Models can be made of Styrofoam, cold porcelain, cardboard, printed images, etc. The teacher may present the idea of models to lead the students, but the essential thing is that they use their creativity and develop their own models.

(3) Module II: time to present the models created to analyze students' knowledge. At this step, each team describes its didactic model and the materials used. During the presentation, it is important that there is participation and protagonism of all the students. This activity can be performed only in the classroom or it can be an open event for the school community.

(4) Application of the Body Defenses Quiz<sup>2</sup> to assess the knowledge acquired through gamified collaborative activities. The question-and-answer game was produced through PowerPoint and addresses the content experienced in DS. Students will choose from 25 numbers in which questions will be drawn. Teams can consist of up to 5 students, and the team that answers the most questions correctly wins the game. As in step (2), the teacher's participation in mastering and organizing the game is very important so that it does not become just an object of fun.

---

<sup>2</sup> prepared by the authors and available in the topic "Resources."

Table 12.1: Representation of the steps of the Didactic Sequence, as well as the description of activities by step, objectives, and duration.

Step	Description	Objectives	Duration
(1) Presentation of the teaching situation	Discussion on the importance of the Immune System and Innate Immunity; presentation of the objectives and collective activities that will be developed in the DS.	Recognize the organs and components of the Immune System and the importance of Innate Immunity.	1 hour and 40 minutes
(2) Initial production	Application of the <i>Immunological Game</i> to diagnose students in relation to the topic of the class.	Understand Innate Immunity by comparing previously acquired knowledge to scientific knowledge.	1 hour and 40 minutes
(3) Module I	Collaborative construction of didactic models to demonstrate the body's defense barriers.	Apply knowledge about the organs and components that make up the Immune System by performing didactic models.	1 hour and 40 minutes
(3) Module II	Presentation of didactic models built by students.	Apply through youth protagonism the knowledge about the organs and components that make up the Immune System.	1 hour and 40 minutes

(4) Final Production	Application of the “ <i>Human Body Defenses Quiz</i> ” to assess acquired knowledge and achieved goals	Assess and validate the knowledge acquired about the Immune System, valuing gamified activities.	1 hour and 40 minutes
----------------------	--	--	-----------------------

Source: Prepared by the authors (2021).

### Resources

- Computer and Multimedia Projector
- *Human Body Defenses Quiz* PowerPoint file that can be downloaded through the link: <https://drive.google.com/file/d/1SczyGWeG-cYwQIGgh3jSWNly9k60KOzk/view?usp=sharing>
- Materials for making the teaching models that can be provided by the teacher and/or the students themselves (Styrofoam, cardboard, cold porcelain, printed pictures, etc.).
- *Immunological Game* file (figures and their corresponding texts) which can be printed through the link: [https://drive.google.com/file/d/1-vEbz8hTUETOoVmiRskWAUzo1\\_l8UgR8/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1-vEbz8hTUETOoVmiRskWAUzo1_l8UgR8/view?usp=sharing)

### Assessment

The assessment will be carried out by observing participants through the appropriation, experimentation, *feedback* of activities and discussions about the contents, obtaining a diagnosis after the application of the Immunological Game, and construction of didactic models. In other words, it is intended to know the students' skills on the subject and identify possible difficulties. In addition, the “*Human Body Defenses Quiz*” is the method in which the teacher will assess the knowledge



acquired during the entire learning process, in which he or she can observe whether the objectives have been achieved.

If the activities developed here are not enough for meaningful learning, the teacher can reorganize them and insert extra classes with the aim of reformulating the proposal and overcoming the difficulties encountered. For, the assessment is not only to verify the theoretical knowledge acquired, but also aims at the sensitization and appropriation about the discussions and collaborations that will arise during the process.

## **Conclusion**

The activities proposed in this Didactic Sequence bring a new approach to teaching Immunology through the use of games and collaborative interventions. Through this material, we seek to encourage teachers to innovate in the teaching of this topic, using strategies that facilitate learning and the exchange of knowledge, promoting greater dissemination of this subject, which is so important for the understanding of scientific knowledge and for the public health. Through discussion of the subject, application of collaborative activities, and use of the methodologies highlighted here, the learning objectives can be achieved. Finally, this proposal should not be seen as a static model to be followed to the letter, it is important that each teacher adapts it to her/his reality and to her/his students, if necessary. Furthermore, this proposal can be adapted or used as a model for other contents besides Immunology.

## **References**

ANDRADE, Claudiana Ribeiro dos Santos; MARIHAMA, Diego Kenji de Almeida. Como as metodologias ativas contribuem no processo de transformação da educação? in: LAMIM-GUEDES, Valdir (org.). **Metodologias Ativas: diferentes abordagens e suas aplicações**. São Paulo: Na Raiz, 2021. Chap. 1. p.

10-22. <http://doi.org/10.5281/zenodo.4628554>

- ANDRADE, Júlia Pinheiro; SARTORI, Juliana. O professor autor e experiências significativas na educação do século XXI: Estratégias ativas baseadas na metodologia de contextualização de aprendizagem. In: BACICH, Lilian.; MORAN, José. (Org.). **Metodologias ativas para uma educação inovadora: Uma abordagem teórica**. Porto Alegre: Penso, Chap. 8, p. 175-198, 2018.
- BERBEL, Neusi Aparecida Navas. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. **Semina: Ciências Sociais e Humanas**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 25-40, jan./jun. 2011.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: ciências naturais**. Brasília, 1998.
- \_\_\_\_\_. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, Consed, Undime. 2018.
- BUSARELLO, Raul Inácio. **Gamification: princípios e estratégias**. São Paulo: Pimenta Cultural, 2016. 126 p.
- CABRAL, Natanael Freitas. **Sequências didáticas: estrutura e elaboração**. Belém: SBEM/SBEM-PA. 2017.
- CRUVINEL, Wilson de Melo et al. Sistema Imunitário – Parte I. Fundamentos da imunidade inata com ênfase nos mecanismos moleculares e celulares da resposta inflamatória. *Rev Bras Reumatol*, v. 50, n. 4, p. 434-61, 2010.
- DOLZ, Joaquim; NOVERRAZ, Michèle; SCHNEUWLY, Bernard. Sequências didáticas para o oral e a escrita: apresentação de um procedimento. In: SCHNEUWLY, Bernard; DOLZ, Joaquim. (org.). **Gêneros orais e escritos na escola**. Campinas: Mercado das Letras, chap. 4, p.95-128. 2004.
- KOBASHIGAWA, Alexandre Hiroshi *et al.* Estação ciência: formação de educadores para o ensino de ciências nas séries iniciais do ensino fundamental. In: **IV Seminário Nacional ABC na Educação Científica**. São Paulo, p. 212-217. 2008.
- LOPES, Camila Simões Machado. **Produção do livro paradidático “explorando o sistema imunológico” baseada na teoria cognitiva da aprendizagem multimídia: uma contribuição para o processo de ensino-aprendizagem de alunos do 2º ano do ensino médio**. 2011. 87 f. Dissertação (Doutorado) - Curso de Programa de Pós- Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2011. Retrieved from: [http://www.biblioteca.pucminas.br/teses/EnCiMat\\_LopesCSM\\_1.pdf](http://www.biblioteca.pucminas.br/teses/EnCiMat_LopesCSM_1.pdf). Accessed: Feb 28 2021.

- MORAN, José. Metodologias ativas para uma aprendizagem mais profunda. In: BACICH, Lilian; MORAN, José (Org.). **Metodologias Ativas para uma Educação Inovadora**: uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre: Penso, 2018.
- SILVA, Bruno Neves da *et al.* Imunologia nas escolas: experiências de um projeto de extensão. **Revista Brasileira de Extensão Universitária**, [S.L.], v. 9, n. 2, p. 93-98, 30 ago. 2018. Federal University of Southern Border. <http://dx.doi.org/10.24317/2358-0399.2018v9i2.7669>.
- TORRES, Patrícia Lupion.; IRALA, Esrom Adriano Freitas. Aprendizagem colaborativa: teoria e prática. In: TORRES, P. L. (Org.). Complexidade: redes e conexões na produção do conhecimento. Curitiba: SENARPR, v. 1, p. 61-94, 2014.
- TEVA, Antônio; FERNANDEZ, José Carlos Couto; SILVA, Valmir Laurentino. Imunologia. In: MOLINARO, Etelcia Moraes; CAPUTO, Luzia Fátima Gonçalves; AMENDOEIRA, Maria Regina Reis (org.). **Conceitos e métodos para a formação de profissionais em laboratórios de saúde**: volume 1. Rio de Janeiro: EPSJV, IOC, cap. 1. p. 18-121. 2009.

A microscopic image of tissue, likely stained with hematoxylin and eosin (H&E), showing cellular structures and nuclei. The image is overlaid with a semi-transparent purple color. The text is centered on the image.

FILIFE NOGUEIRA FRANCO

13

**INFLAMAÇÃO CRÔNICA  
SUBCLÍNICA E  
ENVELHECIMENTO: UMA  
PROPOSTA DE AULA  
PARA O CURSO DE  
GERONTOLOGIA**

## **Introdução**

A inflamação é a resposta do sistema imune a estímulos prejudiciais, como patógenos e células danificadas que tem como objetivo eliminá-los e iniciar o processo de cura. Normalmente, durante as respostas inflamatórias agudas, os eventos celulares e moleculares minimizam com eficiência a lesão ou infecção iminente. Estes eventos contribuem para a restauração da homeostase do tecido e resolução da inflamação (CHEN et al. 2018). No entanto, a inflamação aguda não controlada pode se tornar crônica, contribuindo para uma variedade de doenças inflamatórias, que são características do envelhecimento (BISWAS, 2016). Esse perfil de inflamação (conhecido como Inflamação Crônica Subclínica) caracteriza-se pela infiltração persistente de baixo nível de células imunes, principalmente de células do sistema imune inato e elevados níveis de várias citocinas e quimiocinas pró-inflamatórias, além de diminuição de citocinas anti-inflamatórias, tanto no microambiente tecidual quanto no meio sistêmico (PINTI et al. 2016). Este tipo de inflamação é desencadeada por diversas respostas bioquímicas. Uma das mais estudadas é o fator de transcrição nuclear kappa B (NF- $\kappa$ B): amplamente conhecido por ser responsável pela expressão de vários componentes inflamatórios. Além disso, diversos estudos apontam que há uma associação entre o envelhecimento e o aumento de sua atividade (TILSTRA et al. 2011).

### **Curso de graduação ou pós-graduação**

A presente sequência didática é voltada principalmente para cursos de pós-graduações na área de Gerontologia. Entender sobre o processo de Inflamação Crônica Subclínica dentro da grande área da Imunologia e como esse tipo de inflamação está atrelada a idade é de suma importância para os profissionais que trabalham com envelhecimento. Entender como o envelhecimento altera o sistema imune: desde os mecanismos bioquímicos básicos nas células imunológicas até o

quadro de desbalanço de citocinas é de suma importância a fim de oferecer uma melhor qualidade de vida a esse público.

## **Disciplina**

A temática da aula se encaixa na disciplina de “Fisiologia do Envelhecimento e Alterações na Saúde do Idoso”. Essa escolha é baseada no fato de que as respostas celulares e imunológicas se correlacionam fortemente com os conceitos de fisiologia. Essa disciplina pode ser oferecida a partir do segundo semestre do curso – é recomendável que antes seja discutido sobre os conceitos do envelhecimento.

## **Tema da aula**

O tema da aula é Inflamação e envelhecimento. Dentro dessa temática, a aula é focada em tópicos como “Conceitos gerais e tipos de inflamação”, sendo que a Inflamação Crônica Subclínica é abordada na maior parte da aula. Tal tema é de extrema importância nos cursos de Gerontologia, pois de acordo com a Organização Mundial de Saúde o número de pessoas com idade superior a 60 anos chegará a 2 bilhões até 2050, o que representará um quinto da população mundial (VAUPEL et al. 2010). Com isso, o envelhecimento saudável torna-se um dos maiores desafios da saúde pública contemporânea, pois as doenças a ele associadas são responsáveis pela maior parte dos gastos na área da saúde em países industrializados.

## **Conteúdo**

O conteúdo é dividido em seções. Primeiramente é dada uma parte teórica com uma introdução sobre os aspectos fisiológicos do envelhecimento. Em seguida, as alterações celulares mais estudadas durante esse processo (principalmente nas células do sistema imune). A terceira parte do conteúdo consiste nos tipos de processos inflamatórios, com maior abordagem da Inflamação Crônica Subclínica e

nas principais citocinas e quimiocinas a ela relacionada. A fim de buscar formas mais ativas de ensino, é proposto um Grupo de Discussão e a apresentação de um pequeno projeto sobre compostos (baseado em estudos da literatura) que seriam capazes de agir sobre o sistema imune, diminuindo os danos provocados pelo envelhecimento. Os artigos científicos do Grupo de Discussão são escolhidos pelo professor, enquanto as apresentações dos projetos ficam responsáveis pelos alunos.

## **Objetivos**

### *Objetivo geral*

- Compreender como a instalação de um processo inflamatório de baixo grau pode desencadear patologias importantes no envelhecimento e buscar possíveis alternativas de como controlar esse desbalanço da Resposta Imune.

### *Objetivos específicos*

- Revisar o conceito geral de envelhecimento, principalmente a nível celular;
- Entender o processo de inflamação, principalmente a Inflamação Crônica Subclínica;
- Compreender quais as principais mudanças celulares ocorrem no processo de envelhecimento;
- Conhecer os principais tipos de citocinas importantes na Inflamação Crônica Subclínica;
- Discutir através de artigos científicos o que se tem estudado sobre a relação entre envelhecimento e inflamação;

- Aplicar os conceitos de Inflamação Crônica Subclínica e envelhecimento na busca de novos compostos que atuem em retardar esse processo;
- Buscar explicações de mecanismos bioquímicos e imunológicos de como esses compostos terapêuticos seriam capazes de agir no controle de um envelhecimento saudável.

## Metodologia

Tabela 13.1: etapas da sequência didática.

<b>Etapa</b>	<b>Descrição</b>	<b>Duração</b>
Introdução ao Envelhecimento	- Características fisiológicas do envelhecimento; - Crescimento na expectativa de vida da população.	20 minutos
Aspectos bioquímicos do Envelhecimento	- Teorias Bioquímicas por trás do Envelhecimento; - Principais vias bioquímicas relacionadas ao envelhecimento (NF- $\kappa$ B).	40 minutos
Tipos de Inflamação	- Inflamação aguda; - Inflamação crônica;	20 minutos
Inflamação Crônica Subclínica	- Mediadores químicos da inflamação: citocinas e quimiocinas; - Patologias relacionadas a esse tipo de inflamação; - Biomarcadores.	100 minutos
Grupo de Discussão	Discussão sobre dois artigos enviados para leitura prévia a aula.	60 minutos
Apresentação de Projetos	- Busca de compostos que tenham como foco prevenir o envelhecimento, relacionado com a melhora da resposta imunológica; - Explicação de seus mecanismos bioquímicos conforme explicados em aula.	60 minutos

Tempo total: 5 horas



## Recursos

Será ministrada uma aula expositiva, portanto é necessário o uso de projetor de slides e computador. Também serão fornecidos dois artigos de alto impacto sobre o tema:

- Inflammaging and Oxidative Stress in Human Diseases: From Molecular Mechanisms to Novel Treatments (disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6769561/>);
- Inflammaging: a new immune–metabolic viewpoint for age-related diseases (disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41574-018-0059-4>).

## Avaliação

O critério de avaliação será feito ao final da aula. A turma terá que se dividir em trios. Inicialmente, cada trio terá que responder oralmente a uma pergunta proveniente do Grupo de Discussão (referente aos dois artigos disponibilizados previamente). A pergunta valerá 40% da nota. Os outros 60% será avaliado através da apresentação do Projeto, em que será levado em consideração a escolha dos compostos terapêuticos e a explicação desenvolvida pelo trio de como ele atuaria no controle do Sistema Imune, promovendo um envelhecimento saudável.

## Conclusão

Uma aula sobre Inflamação Crônica Subclínica é de suma importância ao se estudar envelhecimento, por se tratar de um quadro característico desse processo. Alterações no sistema imune são a chave de diversas patologias que prejudicam a saúde do idoso.

## Referências

- BISWAS, Subrata Kumar. Does the interdependence between oxidative stress and inflammation explain the antioxidant paradox? **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**, v.16, p. 1-9, 2016.
- CHEN, Linlin et al. Inflammatory responses and inflammation-associated diseases in organs. **Oncotarget**, v. 9, p. 7204-7218, 2017.
- PINTI, Marcelo et al. Aging of the immune system: focus on inflammation and vaccination. **European journal of immunology**, v. 46, p. 2286-2301, 2016.
- TILSTRA, Jeremy et al. NF- $\kappa$ B in aging and disease. **Aging and disease**, v. 2, p. 449–465, 2011.
- VAUPEL, James. NIH Biodemography of human ageing. **Nature**, v. 464, p. 536–542, 2010.

A microscopic image of tissue, likely a histological section, showing cellular structures and nuclei. The image is overlaid with a semi-transparent purple color. The text is centered and overlaid on this background.

FILIFE NOGUEIRA FRANCO

14

**CHRONIC SUBCLINICAL  
INFLAMMATION AND  
AGING: A LECTURE  
PROPOSAL FOR THE  
GERONTOLOGY  
PROGRAM**

TRANSLATORS  
LUÍSA PACHECO RAMOS  
VINICIUS FRÓES REINHARDT

## **Introduction**

Inflammation is the response of the immune system to noxious stimuli, such as pathogens and damaged cells, that aims to eliminate them and start the healing process. Typically, during acute inflammatory responses, cellular and molecular events efficiently minimize impending injury or infection. These events contribute to the restoration of tissue homeostasis and the resolution of inflammation (CHEN et al. 2018). However, an uncontrolled acute inflammation may become chronic, contributing to a variety of inflammatory diseases, which are characteristics of aging (BISWAS, 2016). This inflammation profile (known as chronic subclinical inflammation) is characterized by a persistent low-level infiltration of immune cells, mainly cells of the innate immune system, and high levels of several inflammatory cytokines and chemokines, in addition to the decreasing of anti-inflammatory cytokines, both in the tissue microenvironment and in the systemic environment (PINTI et al. 2016). This type of inflammation is triggered by several biochemical responses. One of the most studied biochemical responses is the nuclear transcription factor kappa B (NF- $\kappa$ B), widely known to be responsible for the expression of several inflammatory components. Additionally, several studies indicate that there is an association between aging and increased activity of this biochemical response (TILSTRA et al. 2011).

### **Undergraduate or graduate programs**

Understanding the process of chronic subclinical inflammation within the larger scope of Immunology, how this type of inflammation is linked to age, and how aging alters the immune system, from the basic biochemical mechanisms in immune cells to the picture of cytokine imbalance, is of paramount importance for professionals working with aging, in order to offer a better quality of life to this audience.

## **Course**

The lecture's theme fits into the course "Physiology of aging and changes in the health of the elderly." This choice is based on the fact that cellular and immune responses strongly correlate with the concepts of physiology. This course can be offered from the second semester of the program – it is recommended to discuss the concepts of aging beforehand.

## **Lecture's theme**

The lecture's theme is inflammation and aging. Within this theme, the lecture is focused on topics such as "general concepts and types of inflammation", with chronic subclinical inflammation being addressed through most of the lecture. This theme is of paramount importance in Gerontology programs because according to the World Health Organization, the number of people over the age of 60 will reach 2 billion by 2050, which will represent a fifth of the world population (VAUPEL et al. 2010). Thus, healthy aging becomes one of the greatest challenges of contemporary public health, because the diseases associated with it are responsible for most of the health spending in industrialized countries.

## **Content**

The content is divided into sections. First, there is a theoretical part with an introduction to the physiological aspects of aging. Then, the most studied cellular changes during this process (mainly in the cells of the immune system) are presented. The third part of the content consists of describing the types of inflammatory processes, with a larger focus on subclinical chronic inflammation and the main cytokines and chemokines related to it. In order to seek more active forms of teaching, there is a proposed Discussion Group and a proposed presentation of a small project

(based on literature studies) on compounds that would be able to act on the immune system, reducing the damage caused by aging. The articles for the Discussion Group are chosen by the lecturer, while the students make the presentation of their projects.

## **Objectives**

### *General objective*

- Understand how the activation of a low degree inflammatory process may lead to important age-related pathologies and search for possible options to control immune response imbalance.

### *Specific objectives*

- Review the general concept of aging, mainly at a cellular level;
- Understand the inflammatory process, primarily chronic subclinical inflammation;
- Understand what main cellular changes take place in the aging process;
- Recognize the main types of cytokine relevant to chronic subclinical inflammation;
- Discuss the relationship between aging and inflammation based on many articles;
- Apply the concepts of chronic subclinical inflammation and aging to search for new compounds that delay this process;
- Explore biochemical and immunological mechanisms to explain how these therapeutic compounds would be able to ensure a healthy aging process.

## Methods

Table 14.1: didactic sequence steps.

Section	Description	Duration
Introduction to Aging	<ul style="list-style-type: none"><li>- Physiological characteristics of aging;</li><li>- Increase in the population's life expectancy.</li></ul>	20 minutes
Biochemical Aspects of Aging	<ul style="list-style-type: none"><li>- Biochemical theories behind aging;</li><li>- Main biochemical pathways related to aging (NF-<math>\kappa</math>B).</li></ul>	40 minutes
Types of Inflammation	<ul style="list-style-type: none"><li>- Acute inflammation;</li><li>- Chronic Inflammation.</li></ul>	20 minutes
Chronic Subclinical Inflammation	<ul style="list-style-type: none"><li>- Chemical mediators of inflammation: cytokine and chemokine;</li><li>- Pathologies related to this inflammation type;</li><li>- Biomarkers.</li></ul>	100 minutes
Discussion Group	Discussion of two articles sent for reading before the lecture.	60 minutes
Project Presentations	<ul style="list-style-type: none"><li>- Search for compounds that focus on age-prevention, related to immune response improvement;</li><li>- Explain their biochemical mechanisms as described during lectures.</li></ul>	60 minutes

Total time: 5 hours

## Resources

A slide projector and a computer are needed for the lecture. Two high-impact articles on the subject will be provided:

- Inflammaging and Oxidative Stress in Human Diseases: From Molecular Mechanisms to Novel Treatments (available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6769561/>);
- Inflammaging: a new immune–metabolic viewpoint for age-related diseases (Available: <https://www.nature.com/articles/s41574-018-0059-4>).

## Assessment

Assessment will be carried out at the end of the lecture. The class will be divided into groups of three. Initially, each group will have to verbally answer a question that came up during the Discussion Group activity (on the two articles previously made available). The question will make up 40% of the grade. The remaining 60% of the mark will be based on the project presentation, considering the therapeutic compounds that were chosen and the group's explanation on how the compound would control the immune response, promoting a healthy aging process.

## Conclusion

A lecture on chronic subclinical inflammation is crucial when studying aging, as it is a condition characteristic to the process. Immune system changes are the key to many pathologies that damage the health of elderly patients.



## References

- BISWAS, Subrata Kumar. Does the interdependence between oxidative stress and inflammation explain the antioxidant paradox? **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**, v.16, p. 1-9, 2016.
- CHEN, Linlin et al. Inflammatory responses and inflammation-associated diseases in organs. **Oncotarget**, v. 9, p. 7204-7218, 2017.
- PINTI, Marcelo et al. Aging of the immune system: focus on inflammation and vaccination. **European journal of immunology**, v. 46, p. 2286-2301, 2016.
- TILSTRA, Jeremy et al. NF- $\kappa$ B in aging and disease. **Aging and disease**, v. 2, p. 449–465, 2011.
- VAUPEL, James. NIH Biodemography of human ageing. **Oncotarget**, v. 464, p. 536-542, 2010.

A 3D ribbon diagram of a protein structure, likely an antibody, rendered in a dark grey color. A specific region of the protein is highlighted in a vibrant red, forming a cluster. The background is black, making the protein structure stand out.

TATIANA SAMPAIO DA SILVA  
BÁRBARA CASTRO PIMENTEL  
FIGUEIREDO

15

**HATARAKU SAIBOU  
PARA O ENSINO  
REMOTO DE  
IMUNOLOGIA**

## **Ensino de Imunologia utilizando o anime *Hataraku Saibou* como recurso didático**

Seguindo orientações da Organização Mundial da Saúde (OMS) em relação ao distanciamento social, professores buscam por novas metodologias e estratégias a fim de enlevar os alunos durante o ensino remoto (CARNEIRO et al., 2020 e NETO et al., 2020). Neste contexto, o anime japonês chamado *Hataraku Saibou* (tradução em inglês: *Cells at Work*; tradução em português: *Células no Trabalho*) pode ser aproveitado como uma estratégia para despertar o interesse do aluno no estudo de tópicos do componente Imunologia. A primeira temporada do anime compõe-se de treze episódios e está disponível na internet em plataformas de transmissão de vídeos. Em resumo, os episódios da animação retratam o dia a dia de células humanas personificadas atuando em situações fisiológicas e patológicas. As personagens que desenvolvem o enredo são células sanguíneas, dentre as quais se destacam as células do Sistema Imunológico, como os neutrófilos e os linfócitos. O tema abordado no episódio cinco da primeira temporada é a Reação de Hipersensibilidade do tipo I devido ao contato com pólen de cedro. No episódio, os eventos desencadeados a partir desse contato com pólen, como a produção de anticorpos IgE, a liberação de histamina e os efeitos dessa substância no organismo, são retratados de forma lúdica. Assistindo à animação, o estudante pode ser apresentado às células que compõem o Sistema Imune e também à Reação de Hipersensibilidade do tipo I, tornando o momento do aprendizado mais dinâmico e atrativo.

### **Curso de graduação**

O ensino de Imunologia utilizando o anime *Hataraku Saibou* tem como público-alvo os alunos de graduação dos cursos das áreas biológicas e da saúde que tenham na grade curricular o componente Imunologia, dentre eles: Biomedicina,

Ciências Biológicas, Enfermagem, Farmácia, Nutrição, Medicina, Medicina Veterinária, Odontologia e afins (ICB-USP, 2014). Neste sentido, o conhecimento de Imunologia é indispensável para a formação básica de qualquer profissional da saúde, seja para a sua atuação direta na profissão ou para a produção intelectual em pesquisas relacionadas (SIQUEIRA-BATISTA, 2009). O estudo do sistema imune, das suas principais células e da sua atuação na saúde e na doença, permite ao estudante e futuro profissional desenvolver competências técnicas relacionadas à análise de processos envolvidos na defesa do organismo contra patógenos e, dessa forma, atuar na prevenção, no diagnóstico e no tratamento de doenças.

## **Disciplina**

Os episódios de *Hataraku Saibou* são adequados para o ensino de Imunologia Básica, um componente curricular que está presente nos anos iniciais, geralmente, no terceiro ou quarto semestre, de diversos cursos das áreas de Ciências da Saúde e Ciências Biológicas. Ao longo dos episódios, o anime retrata as células do Sistema Imunológico e apresenta os processos de maturação e as reações de defesa do organismo a diversos patógenos como bactérias, vírus, parasitos e também a células cancerígenas e o pólen de cedro.

## **Tema da aula**

A aula sobre Reações de Hipersensibilidade, em especial a alergia, faz parte do plano de ensino da disciplina Imunologia Básica dentro da grade curricular de cursos superiores nas grandes áreas de ciências da saúde e biológicas. Durante a aula, os estudantes discutem o papel das células envolvidas nas Reações de Hipersensibilidade, a hierarquia funcional das células que atuam em situação de alergia e os mecanismos celulares e moleculares desencadeados durante o processo alérgico. Os estudantes também discutem como o mecanismo de defesa repercute na

saúde do indivíduo, visto que a alergia se trata de uma reação exagerada de defesa contra um determinado alérgeno.

## **Conteúdo**

A partir do tema “Reações de Hipersensibilidade” serão estudados: a classificação das reações (tipo I, tipo II, tipo III ou tipo IV), os mecanismos que desencadeiam cada tipo de reação, as patologias associadas com as Reações de Hipersensibilidade, os métodos de avaliação diagnóstica e as principais abordagens terapêuticas disponíveis para o tratamento dessas reações.

## **Objetivos**

### *Objetivo geral*

- Compreender os tipos de Reação de Hipersensibilidade, associando-os às principais doenças relacionadas, bem como seu diagnóstico e tratamento.

### *Objetivos específicos*

- Diferenciar conceitualmente os tipos de Reação de Hipersensibilidade;
- Caracterizar os principais mecanismos imunológicos envolvidos em cada tipo de reação;
- Relacionar as principais doenças associadas a cada tipo de Reação de Hipersensibilidade;
- Discutir as estratégias de diagnósticos e tratamento dessas doenças.

## **Metodologia**

A aula completa sobre o tema “Reações de Hipersensibilidade” terá a duração de uma hora e quarenta minutos. Para a adaptação do conteúdo à modalidade de ensino remoto, propõe-se o uso do episódio cinco do anime *Hataraku Saibou* (HATARAKU SAIBOU, 2019), uma breve vídeo-aula gravada pelo professor desenvolvida a partir dos tópicos inseridos na seção “Conteúdo”, uma plataforma

para encontro virtual entre professor e estudantes e os livros da bibliografia recomendada para o curso (ABBAS et al., 2019; MURPHY et al., 2015 e OWEN e STANFORD, 2013).

Tabela 15.1: etapas da sequência didática.

<b>Etapa</b>	<b>Descrição</b>	<b>Duração</b>
Vídeo-aula gravada (aula assíncrona)	A vídeo-aula gravada irá abordar o assunto em discussão: reações de hipersensibilidade. Será organizada em vídeos de curta duração e disponibilizada antecipadamente aos alunos.	30 minutos
Estudo do episódio (aula assíncrona)	O docente encaminhará aos alunos o link para assistir ao episódio.	20 minutos
Encontro síncrono (aula síncrona)	O encontro acontecerá por meio de plataforma online em que professor e alunos irão relacionar o material com a reação de hipersensibilidade do tipo I e discutirão a respeito dos pontos coerentes e contraditórios do conteúdo abordado no episódio.	40 minutos
Elaboração da “linha do tempo” com base científica (atividade extraclasse)	Os alunos irão se dividir em grupos para produzirem uma “linha do tempo” que descreva os mecanismos abordados na animação. Em seguida, cada tópico deve receber embasamento teórico para ratificar ou retificar o que foi retratado.	40 minutos

Inicialmente, os alunos serão orientados a se preparem para o encontro síncrono assistindo ao episódio do anime e à vídeo-aula sobre o tema. Em seguida, o professor irá conduzir um processo de aprendizagem por histórias usando como base a narrativa do anime. As narrativas são elementos lúdicos muito importantes na motivação e na produção de conhecimento. Nessa aula, a narrativa do episódio do anime *Hataraku Saibou*, ilustra a reação alérgica ao pólen de cedro e, utilizando meios técnico-científicos (a vídeo-aula) e lúdicos (o anime), o professor consegue engendrar

a atenção e o interesse dos alunos enquanto os próprios alunos relacionam a história fictícia com o tema a ser estudado.

Seguindo a metodologia de aprendizagem por histórias, em uma data pré-estabelecida, professor e estudantes se encontram através de uma plataforma tele-presencial. Nesta ocasião, os principais conceitos serão discutidos em acordo com a bibliografia recomendada e com as informações da vídeo-aula e do episódio, explorando na discussão os pontos coerentes e contraditórios da animação. Depois do encontro com o professor, os alunos deverão estudar a bibliografia recomendada e, em grupos, construir uma linha do tempo que resuma o mecanismo ilustrado na animação e o embasamento teórico-científico em cada tópico selecionado para abordagem. A avaliação dos alunos ocorre por meio da participação no encontro síncrono e da avaliação da linha do tempo. Com estes recursos, espera-se que os alunos desenvolvam interesse pelo tema e participem ativamente do encontro com o professor.

## Recursos

Como recursos para a aula serão utilizados os seguintes materiais e dispositivos:

- Episódio 05 da série *Hataraku Saibou* (disponível no link: <https://drive.google.com/drive/folders/1XanH0EBfgGmwylYnxK2GfAnuPDWclFhY>);
- Vídeo-aula produzida pelo professor acerca das Reações de Hipersensibilidade;
- Plataforma para encontro virtual com os alunos (exemplo: *Google Meet, Zoom, Streamyard*).

## Avaliação

Depois que os alunos assistirem ao episódio, à aula sobre Reações de Hipersensibilidade e estudarem a bibliografia indicada, eles devem se reunir em grupos para construir uma linha do tempo que resuma as principais etapas do mecanismo da reação de hipersensibilidade ilustrado pelo episódio e extrapole para um possível tratamento do quadro alérgico. Durante esse processo, o aluno deverá ratificar ou retificar o que foi representado na narrativa do anime e criar ativamente um produto a partir de seu conhecimento sobre o assunto. A criação da linha do tempo é uma avaliação bastante consistente com a metodologia do ensino por histórias que foi utilizada no estudo crítico do episódio de *Hataraku Saibou*. O professor deverá avaliar a linha do tempo considerando a coerência e a sequência dos fatos apresentados no trabalho de cada grupo. A partir das linhas do tempo, o docente consegue avaliar se o aluno compreendeu o desenvolvimento e o tratamento do processo alérgico e com isso, atingiu os objetivos da presente aula.

## Conclusão

A utilização da animação, além de dinamizar o aprendizado e enlevar do aluno, complementa os demais recursos utilizados pelo professor (aula expositiva, ensino baseado em história e leitura do material recomendado) de modo que a soma de todos eles traz ao estudante um conjunto mais amplo de informações e uma visão completa sobre o tema. As informações expostas de forma lúdica na animação serão amplamente discutidas durante o encontro remoto com o professor para confrontar possíveis divergências da realidade em decorrência da liberdade artística da animação. Por fim, a criação ativa e de uma linha do tempo com embasamento científico que confirme ou confronte os mecanismos abordados no anime promove a elaboração de um conteúdo intelectual que representa o que foi aprendido e ajuda o professor no diagnóstico da estratégia pedagógica adotada.



## Referências

- ABBAS, Abbul K.; LICHTMAN, Andrew H.; PILLAI, Shiv. **Imunologia celular e molecular**. 9. ed. Editora Elsevier, 2019.
- Alergia à grão de pólen**. In: Hataraku Saibou (Cells at Work!) [Internet] Direção: K. Suzuki. Japão: David Production. 2019; 1(5). Disponível em: <<https://drive.google.com/drive/folders/1XanH0EBfgGmwyIYnxK2GfAnuPDWclFhY>>. Acesso em: fevereiro de 2021.
- CARNEIRO, Leonardo Andrade; RODRIGUES, Waldecy; FRANÇA, George; PRATA, David Nadler. Uso de Tecnologias no Ensino Superior Público Brasileiro em Tempos de Pandemia COVID-19. **Research, Society and Development**. 2020; 9 (8). Disponível em: <<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/5485/4797>>. Acesso em: fevereiro de 2021.
- Departamento de Imunologia**. Universidade de São Paulo – Instituto de Ciências, 2014. Biomédicas (ICB-USP). Disponível em: <[http://www.icb.usp.br/~imunoicb/?page\\_id=15](http://www.icb.usp.br/~imunoicb/?page_id=15)>. Acesso em: fevereiro de 2021.
- NETO, Rafael Isidoro Martins; LEITE, Aline Chaves; PALACIOS, Ingrid Rezende Silva. Os Desafios do EAD no Ensino Superior em Meio A Pandemia da COVID-19. **Revista Partes** [Internet]. 2020. Disponível em: <<https://www.partes.com.br/2020/08/12/os-desafios-do-ead-no-ensino-superior-em-meio-a-pandemia-da-covid-19/>>. Acesso em: fevereiro de 2021.
- MURPHY, Kenneth; TRAVERS, Paul; WALPORT, Mark. **Imunobiologia de Janeway**. 8. ed. Porto Alegre: Artmed,2014.
- OWEN Judi; PUNT Jenni; STRANFORD Sharon. **Imunologia de Kuby**. 7 ed. W H Freeman and Co, New York, 2013.
- SIQUEIRA-BATISTA, Rodrigo *et al*. Ensino de imunologia na educação médica: lições de Akira Kurosawa. **Rev. bras. educ. med.**, Rio de Janeiro, v. 33, n. 2, p. 186-190, 2009. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-55022009000200004&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-55022009000200004&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: fevereiro de 2021.



TATIANA SAMPAIO DA SILVA  
BÁRBARA CASTRO PIMENTEL  
FIGUEIREDO

16

**HATARAKU SAIBOU FOR  
REMOTE IMMUNOLOGY  
TEACHING**

TRANSLATORS  
LETÍCIA GROSSI DORNELAS  
LUCIANA DOS SANTOS LIMA DE OLIVEIRA

## **Teaching Immunology using *Hataraku Saibou* anime as a didactic resource**

Following the World Health Organization (WHO) guidelines regarding social distancing, teachers seek for new methodologies and strategies to engage students in remote learning (CARNEIRO et al., 2020 and NETO et al., 2020). The Japanese anime called *Hataraku Saibou* (translation in English: Cells at Work) provides a strategy to awaken the students' interest in studying Immunology topics. The first season of Cells at Work is composed of thirteen episodes and is available on the internet through video streaming platforms. The episodes portray the everyday life of personified human cells acting in physiological and pathological situations. The characters are blood cells, among which stand out immune system cells, such as neutrophils and lymphocytes. Hypersensitivity reaction due to contact with cedar tree pollen is addressed in episode five of the first season. Events triggered by pollen contact, such as IgE antibody production, histamine release, and its effects on the body are depicted in a playful way. By watching the animation, students learn about cells that make up the immune system and also type I hypersensitivity reaction, making learning more dynamic and attractive.

### **Undergraduate course**

Immunology teaching using *Hataraku Saibou* anime targets undergraduate students of biological and health courses whose curriculum include Immunology, such as Biomedicine, Biological Sciences, Nursing, Pharmacy, Nutrition, Medicine, Veterinary Medicine, Dentistry, and related areas (ICB-USP, 2014). Knowledge of Immunology is essential for any healthcare professional, whether for their own professional practice, or for intellectual production in related research (SIQUEIRA-BATISTA, 2009). The study of immune system and its main cells and action in health allows students and future professionals to develop technical competencies to

analyze body defense processes against pathogens, acting to prevent, diagnose, and treat diseases.

### **Course**

*Hataraku Saibou* episodes are suitable for Basic Immunology teaching, which is essential during the initial undergraduate years, in the third or fourth semester of several courses in health and biological sciences. The episodes present immune System cells and maturation processes, as well as the body's defense reactions to various pathogens such as bacteria, viruses, parasites, and also to cancer cells and cedar tree pollen.

### **Class topic**

The lesson on hypersensitivity reactions, particularly allergy, is part of the teaching plan of the Basic Immunology subject in health sciences and biology undergraduate courses. During class, students discuss the role of cells involved in hypersensitivity reactions, the functional hierarchy of cells acting in an allergic reaction, and the cellular and molecular mechanisms triggered during the allergic process. Students also debate how defense mechanisms impact the patients' health, since allergy is an exaggerated defense reaction against a particular allergen.

### **Content**

The following items will be studied from the topic "Hypersensitivity Reactions": classification of reactions (type I, type II, type III, or type IV), mechanisms that trigger each type of reaction, pathologies associated with hypersensitivity reactions, diagnostic evaluation methods, and the main therapeutic approaches available for the treatment of hypersensitivity reactions.

## Objectives

### *General objective*

- To understand hypersensitivity reaction types, associating them with the main related diseases and their diagnosis and treatment.

### *Specific objectives*

- To conceptually differentiate of hypersensitivity reaction types;
- To characterize the main immunological mechanisms involved in each type of reaction;
- To list the main diseases associated with each hypersensitivity reaction type;
- To discuss diagnosis and treatment strategies for diseases related to hypersensitivity reactions.

## Methodology

The full class on the topic “Hypersensitivity Reactions” will have a duration of one hour and forty minutes. The suggestion to adapt the content to the remote teaching modality include episode five of the *Hataraku Saibou* anime (*Hataraku Saibou*, 2019), a short video lesson recorded by the teacher and developed from the topics inserted in the “Content” section, a platform for virtual meeting between teacher and students, and the books from the recommended bibliography for the course (ABBAS et al., 2019; MURPHY et al., 2015 and OWEN and STANFORD, 2013). The students will be instructed to prepare for the synchronous meeting by watching the anime episode and the video lesson on the topic. Next, the teacher will conduct a story-based learning process using the anime narrative as a reference. Narratives are important ludic elements in motivating and producing knowledge. In this class, the

narrative of *Hataraku Saibou* anime episode illustrates the allergic reaction to cedar tree pollen and the teacher manages to engage the students' attention and interest using technical-scientific (the video lesson) and ludic means (the anime), while students relate the fictional story to the studied subject.

Following the methodology of learning by stories, teacher and students meet through a web platform at a pre-established date. On this occasion, the main concepts will be discussed, following the recommended bibliography and with the information of the video lesson and the episode, exploring coherent and contradictory points of the animation. After this meeting, the students should study the recommended bibliography and, in groups, build a timeline that summarizes the mechanism illustrated in the animation and the theoretical-scientific basis in each topic selected for the approach. Students are evaluated through participation in the synchronous meeting and the evaluation of the timeline, being expected to develop an interest in the topic and actively participate during the meeting with the teacher.

Tabela 16.1: didactic sequence steps.

<b>Step</b>	<b>Description</b>	<b>Duration</b>
Video lesson recorded (asynchronous classroom)	The recorded video lesson will address the subject under discussion: hypersensitivity reactions. It will be organized in short videos and will be available in advance to students.	30 minutes
Episode study (asynchronous classroom)	The professor will send the link to students to watch the episode.	20 minutes

Synchronous meeting (synchronous classroom)	The meeting will be online on a platform where the professor and students will relate the material to the type I hypersensitivity reaction and discuss the coherent and contradictory points of the content addressed in the episode.	40 minutes
Elaboration of the "timeline" on a scientific basis (extra lesson activity)	Students will divide into groups to produce a "timeline" that describes the mechanisms addressed in the animation. Then, each topic should be given a theoretical basis to ratify or rectify what was portrayed.	40 minutes

### Resource

Resources for the lesson include the following materials and devices:

- Episode 05 of the *Hataraku Saibou* series (available at the link: <https://drive.google.com/drive/folders/1XanH0EBfgGmwyYnxK2GfAnuPDWclFhY>);
- Video lesson produced by the teacher about hypersensitivity reactions;
- Platform for virtual meeting with students (example: *Google Meet*, *Zoom*, *Streamyard*).

### Evaluation

After students watch the episode and the class about hypersensitivity reactions and study the indicated bibliography, they should gather in groups to build a timeline that summarizes the main stages of the hypersensitivity reaction mechanism illustrated in the episode and extrapolates to a possible treatment of the allergic condition. During this process, the student must ratify or rectify what was represented in the anime narrative and actively create a product from their

knowledge of the subject. The creation of the timeline is an assessment quite consistent with the methodology of teaching by stories that were used in the Critical Study of the *Hataraku Saibou* episode. The teacher should evaluate the timeline considering the coherence and sequence of facts presented in the work of each group. From the timelines, the teacher can evaluate if the student understood the development and treatment of the allergic process and thus achieved the objectives of this class.

## Conclusion

The use of animation, in addition to dynamizing the learning and catching the students' attention, complements the other resources used by the teacher (expository class, teaching based on history, and reading of the recommended material) so that the sum of all of them brings a wider set of information and a complete view on the subject to the student. The information exposed in a playful way with the use of the animation will be widely discussed during the remote meeting with the teacher to confront possible divergences from reality due to the artistic freedom. Finally, the active creation of a timeline with a scientific basis that confirms or confronts the mechanisms addressed in the anime promotes the elaboration of intellectual content that represents what has been learned and helps the teacher in the diagnosis of the pedagogical strategy implemented.

## References

- ABBAS, Abbul K.; LICHTMAN, Andrew H.; PILLAI, Shiv. *Imunologia celular e molecular*. 9. ed. Editora Elsevier, 2019.
- Alergia à grão de pólen. In: *Hataraku Saibou (Cells at Work!)* [Internet] Direção: K. Suzuki. Japão: David Production. 2019; 1(5). Available at: <<https://drive.google.com/drive/folders/1XanH0EBfgGmwylYnxK2GfAnuPDWclFhY>>. Accessed on: February 2021.



CARNEIRO, Leonardo Andrade; RODRIGUES, Waldecy; FRANÇA, George; PRATA, David Nadler. Uso de Tecnologias no Ensino Superior Público Brasileiro em Tempos de Pandemia COVID-19. *Research, Society and Development*. 2020; 9 (8). Available at: <<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/5485/4797>>. Accessed on: February 2021.

Departamento de Imunologia. Universidade de São Paulo – Instituto de Ciências, 2014. Biomédicas (ICB-USP). Available at: <[http://www.icb.usp.br/~imunoicb/?page\\_id=15](http://www.icb.usp.br/~imunoicb/?page_id=15)>. Accessed on: February 2021.

NETO, Rafael Isidoro Martins; LEITE, Aline Chaves; PALACIOS, Ingrid Rezende Silva. Os Desafios do EAD no Ensino Superior em Meio A Pandemia da COVID-19. *Revista Partes* [Internet]. 2020. Available at: <<https://www.partes.com.br/2020/08/12/os-desafios-do-ead-no-ensino-superior-em-meio-a-pandemia-da-covid-19/>>. Accessed on: February 2021.

MURPHY, Kenneth; TRAVERS, Paul; WALPORT, Mark. *Imunobiologia de Janeway*. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2014.

OWEN Judi; PUNT Jenni; STRANFORD Sharon. *Imunologia de Kuby*. 7 ed. W H Freeman and Co, New York, 2013.

SIQUEIRA-BATISTA, Rodrigo et al. Ensino de imunologia na educação médica: lições de Akira Kurosawa. *Rev. bras. educ. med.*, Rio de Janeiro, v. 33, n. 2, p. 186-190, 2009. Available at: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-55022009000200004&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-55022009000200004&lng=en&nrm=iso)>. Accessed on: February 2021.



JOANNA DE FREITAS ROCHA  
ERIKA FREITAS MOTA

17

**IMUNIDADE CONTRA  
BACTÉRIAS:  
ABORDAGEM PARA O  
ENSINO REMOTO DE  
IMUNOLOGIA**

## **Introdução**

As bactérias são organismos procariotos unicelulares que podem causar doenças, sendo uma das principais causas de morte em muitos países (MAK, SAUNDERS, JETT, 2014; HAQUE et al., 2018). O desenvolvimento de uma doença infecciosa envolve interações complexas entre microrganismos e hospedeiro, incluindo desde a entrada do patógeno, invasão e colonização (ABBAS, LICHTMAN, PILLAI, 2012). A compreensão de como o sistema imunológico reage a essas infecções é de suma importância para os futuros profissionais na área da saúde.

A Imunologia é considerada uma disciplina difícil por muitos graduandos, por conta dos seus múltiplos e intangíveis componentes que interagem entre si em complexas reações (BELLEI et al., 2016). Essa dificuldade de entendimento foi potencializada devido à situação de aulas remotas emergenciais (BRASIL, 2020). Docentes e discentes tiveram que se adaptar rapidamente às novas rotinas nos meios digitais, os quais não pertencessem à realidade da maioria dos professores e estudantes (BARBOSA, FERREIRA, KATO, 2020).

Foi justamente nesse período que a sequência didática proposta neste capítulo foi elaborada para ser aplicada na disciplina de Imunologia, como parte das atividades de Estágio em Docência I do Programa de Pós-Graduação em Sistemática Uso e Conservação da Biodiversidade (PPGSis) da Universidade Federal do Ceará (UFC).

### **Curso de graduação ou pós-graduação**

A abordagem é adequada para cursos de Graduação em Ciências Biológicas e em Biotecnologia. Uma das atribuições aos profissionais formados nesses cursos é compreender como os organismos vivos se defendem e lidam com doenças, uma das áreas mais sofisticadas e complexas (TRIPATHI e SHARMA, 2017). O conhecimento da Imunologia contra bactérias é, portanto, essencial para esses profissionais que

podem, entre outras atividades, atuar na indústria farmacêutica e no desenvolvimento de novos medicamentos (NINGRUM et al., 2020).

Ademais, a imunologia é considerada uma ciência interdisciplinar conectada a diversas matérias de caráter biológico. Isso permite, portanto, que abordagens sobre a imunidade contra bactérias possam ser aplicadas em uma ampla variedade de cursos, além de Ciências Biológicas e Biotecnologia, tais como Biomedicina, Medicina, Odontologia, Farmácia, dentre outros. Essa sequência pode ser aplicada em cursos de Pós-Graduação em Imunologia e áreas afins. Na área da biodiversidade, a temática pode ser considerada em estudos sobre serviço ecológico proporcionado pelas colônias microbianas do ambiente (ROOK, 2013). Na filogenética, esse conhecimento pode ser útil para se pesquisar as estratégias imunológicas de várias populações e assim realizar um panorama mais completo sobre como a interação hospedeiro-patógenos-meio ambiente funciona na natureza (STEVENSON et al., 2005; PEDERSEN e BABAYA, 2011).

## **Disciplina**

A sequência é adequada para disciplinas de Imunologia, como a ofertada pelo Departamento de Biologia para Ciências Biológicas e Biotecnologia, que propõe em sua ementa trabalhar um panorama geral do sistema imunológico, componentes e mecanismos efetores da imunidade inata e adaptativa.

Apesar da disciplina Imunologia se encaixar melhor por englobar o sistema imunológico e como este se comporta durante enfermidades, assim, incluindo a temática da imunidade contra bactérias (NANKERVIS et al., 2012; FINDLAY, 2015), por ter natureza interdisciplinar, essa sequência pode ser usada em outras disciplinas, como Imunologia Aplicada, Microbiologia, Parasitologia e Patologia.

## **Tema da aula**

O tema central da aula é a imunidade contra bactérias. No entanto, sugere-se abordar primeiramente as células efetoras do sistema imune e a interação patógeno-hospedeiro, para, então, explicar mais detalhadamente a reação do corpo às infecções por bactérias extracelulares e intracelulares.

Apesar das respostas de defesa do hospedeiro contra patógenos serem inúmeras e variadas, há características particulares da imunidade contra bactérias extracelulares e intracelulares que devem ser discutidas nas aulas. As bactérias são microrganismos que causam infecções com maior frequência em seres humanos (MACHADO et al., 2004). Outro assunto que pode ser usado na contextualização é a resistência aos antibióticos como um dos grandes desafios na saúde pública. Doenças como a pneumonia estão cada vez mais difíceis de tratar, mobilizando indústrias farmacêuticas, universidades e instituições de pesquisa a desenvolverem novos agentes antibacterianos (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2017). Esse conhecimento sobre a interação bactéria-hospedeiro pode auxiliar no desenvolvimento de aplicações tecnológicas e clínicas, como utilizá-las no tratamento de outras doenças (RIGLAR e SILVA, 2018) ou entender seus efeitos benéficos ao hospedeiro (WANG et al., 2017).

Com o estudo da imunidade contra bactérias é possível abordar um amplo espectro de mecanismos efetores da resposta imune, facilitando a compreensão da imunidade contra outros patógenos.

## **Conteúdo**

O conteúdo principal refere-se à imunidade contra bactérias intracelulares e extracelulares, podendo ser ministrado após abordagem geral da imunidade adaptativa humoral e celular ou na sequência da bibliografia básica adotada.

Sugere-se trabalhar as características estruturais desses microrganismos,

como se aderem e invadem o organismo do hospedeiro; discutir os mecanismos efetores do sistema imunológico contra bactérias extracelulares ou intracelulares e os mecanismos de escape. Ademais, propõe-se trabalhar os principais tipos de microrganismos patogênicos, sua importância ecológica e econômica, a coevolução dos patógenos com o sistema imune do hospedeiro, o desenvolvimento da infecção e as principais causas para emergência de novas doenças.

## **Objetivos**

### *Objetivos gerais*

- Entender o que são patógenos e como infectam as células do hospedeiro;
- Reconhecer os mecanismos efetores do sistema imunológico humano contra bactérias extracelulares e intracelulares;

### *Objetivos específicos*

- Reconhecer as características gerais dos patógenos;
- Compreender as estruturas das bactérias intracelulares e extracelulares;
- Diferenciar os mecanismos da imunidade que se desenvolvem para as diferentes bactérias;
- Identificar como as bactérias escapam das respostas imunológicas.

## **Metodologia**

Na situação da emergência sanitária pela Covid-19, foi necessário avaliar como continuar o processo de ensino e como o conteúdo seria passado aos alunos, o tipo de comunicação, a duração, entre outros aspectos (LUDOVICO et al., 2020).

Nesse contexto, essa sequência adequa-se ao ensino em ambiente virtual de aprendizagem (AVA) e de forma assíncrona. Sugere-se usar vídeos pré-gravados (com cerca de 20 minutos): um para introdução, um para bactérias extracelulares e outro para bactérias intracelulares. A pré-gravação permite uma edição apropriada com melhora do áudio, adição de legendas ou áudio-descrição para o ensino inclusivo e ainda uso de recursos como animações. Essa escolha também facilita que o aluno recorra ao recurso de maneira *off-line* quantas vezes necessário e aprenda no seu próprio tempo (SHAH et al., 2013).

Ao final de cada vídeo, sugere-se propor atividades para estimular a participação dos alunos, como procurar notícias atuais referentes à resistência bacteriana para discussão ou trazer um estudo de caso para analisar a ação do sistema imunológico e os mecanismos de escape de determinada bactéria.

Os vídeos podem ser, ainda, utilizados em modelo de sala invertida, onde os alunos assistem previamente aos vídeos para posterior discussão em aula, tornando-a mais participativa e produtiva, menos expositiva e com possibilidade de aproveitar um tempo maior para tirar dúvidas referentes ao conteúdo dos vídeos (VALENTE, 2014). Além dos vídeos, sugerem-se ferramentas no AVA, como fóruns e enquetes, para estimular interação, trocar mensagens, compartilhar artigos, *links* de videoaulas disponíveis sobre o tema em plataformas como *YouTube* e outras informações complementares sobre o assunto. De acordo com Souza, Vilaça e Teixeira (2020), esses diferentes meios de aquisição de informações fazem parte do modelo de metodologias ativas em que o estudante pode ter autonomia sobre seu aprendizado.

Tabela 17.1: etapas da sequência didática.

<b>Etapa</b>	<b>Descrição</b>	<b>Duração</b>
Preparo do material	Confecção e edição dos vídeos.	2 meses.
Aplicação da aula	Os vídeos são disponibilizados e compartilhados com os alunos.	<i>O link fica disponível para os alunos durante o módulo.</i>
Vídeo 1: Introdução e características gerais das bactérias	O que são patógenos; células efetoras; coevolução; doenças infecciosas (infecções latentes e emergentes); estrutura das bactérias; portas de entrada; adesão e invasão.	± 13 minutos
Vídeo 2: Bactérias extracelulares	Imunidade inata e adaptativa contra bactérias extracelulares, efeitos lesivos; mecanismos de escape.	± 15 minutos
Vídeo 3: Bactérias intracelulares	Imunidade inata e adaptativa contra bactérias intracelulares; efeitos lesivos; mecanismos de escape	± 20 minutos
Atividades ao final de cada vídeo	Contextualização com a atualidade, estudos de caso, confecção de esquemas e fluxogramas de estudo do conteúdo.	Encontros virtuais semanais para discussão.
Tira-dúvidas	Espaço no fórum para mensagens, dúvidas e sugestão de artigos e textos para leitura.	O fórum pode ficar aberto durante todo o módulo.



## Recursos

Usar como recursos: livros, artigos científicos e videoaulas. A bibliografia básica sugerida é o livro de Imunologia Celular e Molecular (ABBAS, LICHTMAN, PILLAI, 2012). Todo o material disponibilizado para os estudantes, tais como textos, artigos e estudos dirigidos, deve ser verificado quanto à leitura correta em leitores de texto usados por alunos com deficiência visual.

Para a confecção dos vídeos são necessários livros e artigos para o embasamento de um roteiro, além de acesso a programas específicos de criação de imagens, edição de vídeos e de armazenamento de arquivos. Destaca-se ainda que além do recurso de audiodescrição, as videoaulas podem ser traduzidas para LIBRAS.

Apesar de curtos, os vídeos necessitam que o estudante possua um dispositivo (celular ou computador) e uma quantidade considerável de dados disponíveis para o *download* ou carregamento *online* do material. Caso tenha algum encontro presencial (nos casos de formato híbrido), os vídeos e outros materiais podem ser disponibilizados por meio de dispositivos como *pen-drive* ou projetados com uso de recursos multimídias para a visualização da turma.

## Avaliação

Aplicação de um estudo dirigido com 5 a 10 perguntas sobre o tema, após duas semanas de compartilhamento do *link* com os vídeos. As questões devem abordar a introdução sobre os patógenos, os mecanismos do sistema imune contra eles e como os patógenos escapam desse sistema. A resolução pode ser pontuada na avaliação somativa da disciplina. Além disso, sugere-se realizar uma avaliação formativa, sem atribuição de nota, onde observa-se e instiga-se os alunos a iniciarem discussões sobre o tema nos fóruns, convidando os colegas a responderem sobre o tema ou expressarem suas dúvidas.

## Conclusão

A sequência didática proposta possibilita trabalhar de forma inclusiva a temática de imunidade contra bactérias, usando ferramentas e recursos didáticos que podem auxiliar no ensino virtual (remoto) em cursos presenciais e à distância. Ademais, com a possibilidade de acrescentar audiodescrição, legendas e animações durante as produções dos vídeos, acredita-se que estes auxiliem no ensino de imunologia de uma forma inclusiva, dinâmica e lúdica.

## Referências

- ABBAS, A. K., LICHTMAN, A. H., PILLAI, S. **Imunologia Celular e Molecular**, 7ª Ed., Editora Elsevier, Rio de Janeiro, 2012.
- BARBOSA, Alessandro Tomaz; FERREIRA, Gustavo Lopes; KATO, Danilo Seithi. O ensino remoto emergencial de ciências e biologia em tempos de pandemia: com a palavra as professoras da regional 4 da SBenBio (MG/GO/TO/DF). **Revista de Ensino de Biologia da SBenBio**, vol. 13, n. 2, p. 379-399, 2020.
- BELLEI, Maria et al. A Cost-Effective Approach to Producing Animated Infographics for Immunology Teaching. **Journal of Microbiology & Biology Education**, p. 477-479, 2016.
- BRASIL. **Portaria Nº 343 de 17 de março de 2020**. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-343-de-17-de-marco-de-2020-248564376>. Acesso em: Fevereiro de 2021
- FINDLAY, Emily Gwyer. Spotlight on: Immunology. **The Biologist**, vol 62(4) p32-33, 2015. Disponível em: <<https://www.rsb.org.uk/news/news-archive/158-biologist/features/1315-spotlight-on-immunology>>. Acesso em: Fevereiro 2021.
- HAQUE, Mainul et al. Health care-associated infections – an overview. **Infection and Drug Resistance** 2018;11 2321–2333, 2018.
- LUDOVICO, Francieli Motter et al. COVID-19: desafios dos docentes na linha de frente da educação. **Interfaces Científicas - Educação**. v.10, n.1, p. 58-74, 2020.
- MAK, Tak W.; SAUNDERS, Mary E.; JETT, Bradley D. **Immunity to Infection**. In: Primer to the Immune Response, p.295–332, 2014.
- MACHADO, Paulo R. L et al. Mecanismos de resposta imune às infecções. **An bras Dermatol**, Rio de Janeiro, 79(6):647-664, nov/dez. 2004.

- NANKERVIS, Scott. et al. **Taming the devil: A game-based approach to teaching immunology**. Proceedings Ascilite Wellington: Future Challenges, Sustainable Futures. Wellington, 25-28, 2012.
- NINGRUM, Dian Eka Aprilia Fitria, et al. Development of Biotechnology Textbook Based on Bioinformatics Research. **Universal Journal of Educational Research**. 8(11): 5188-5196, 2020.
- PEDERSEN, Amy B.; BABAYAN, Simon A. Wild immunology. **Molecular Ecology**, 20, 872–880, 2011.
- RIGLAR, David T., SILVER, Pamela A. Engineering bacteria for diagnostic and therapeutic applications. **Nat Rev Microbiol** 16, 214–225, 2018.
- ROOK, Graham A. Regulation of the immune system by biodiversity from the natural environment: an ecosystem service essential to health. **P. Natl. Acad. Sci. USA**, 110, 18360–18367, 2013.
- SHAH, Samit et al. Student perceptions of the use of pre-recorded lecture modules and class exercises in a molecular biology course. **Currents in Pharmacy Teaching and Learning**, 5 (2013) 651–658, 2013.
- SOUZA, Aliny Leda de Azevedo; VILAÇA, Argicely Leda de Azevedo; TEIXEIRA, Hebert José Balieiro. **Os benefícios da metodologia ativa de aprendizagem na educação**. In: Metodologias ativas: métodos e práticas para o século XXI / Gercimar Martins Cabral Costa (Organizador). – Quirinópolis, GO: Editora IGM, 2020. 642 p.
- STEVENSON, R. D. et al. EcoPhysiology and Conservation: The Contribution of Endocrinology and Immunology–Introduction to the Symposium. **Integr. Comp. Biol.**, 45:1–3, 2005.
- TRIPATHI, Prabhanshu, SHARMA, S. Immunology and Immunotechnology. **Biotechnology Trends and Applications**, p. 1 - 25, 2017. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/320623534\\_Immunology\\_and\\_Immunotechnology](https://www.researchgate.net/publication/320623534_Immunology_and_Immunotechnology)> Acesso em: Fevereiro de 2021.
- VALENTE, José Armando. Blended learning e as mudanças no ensino superior: a proposta da sala de aula invertida. **Educar em Revista**, n. 4, 2014.
- WANG, Yang et al. Antioxidant Properties of Probiotic Bacteria. **Nutrients**, 9, 521, 2017.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. Prioritization of pathogens to guide discovery, research and development of new antibiotics for drug-resistant bacterial infections, including tuberculosis. Geneva: World Health Organization; 2017.



JOANNA DE FREITAS ROCHA  
ERIKA FREITAS MOTA

18

**IMMUNITY AGAINST  
BACTERIA: AN  
APPROACH TO REMOTE  
IMMUNOLOGY  
TEACHING**

TRANSLATORS  
MARISA AVERBUCH  
SAMANTHA ARAÚJO LOULY TAKATUI

## **Introduction**

Bacteria are single-celled prokaryotic organisms that can cause diseases, which are one of the most common causes of death in many countries (MAK, SAUNDERS, JETT, 2014; HAQUE *et al.*, 2018). The development of infectious disease involves complex interactions between the microorganisms and the host, from the pathogen entry, invasion, and colonization (ABBAS, LICHTMAN, PILLAI, 2012). It is of paramount importance for future professionals in the healthcare field to understand how the immunological system reacts to those infections.

Immunology is considered a hard subject by many undergraduate students due to its multiple and intangible compounds that interact with each other in complex reactions (BELLEI *et al.*, 2016). This difficulty in understanding was intensified by the situation of remote emergency classes (BRASIL, 2020). Teachers and students had to quickly adapt to the new routines in the digital environment, which were not part of the reality of most of them (Barbosa, Ferreira, Kato, 2020).

The didactic sequence proposed in this chapter was elaborated precisely during that period, to be applied in the subject of Immunology as part of the Teaching Internship I activities of the Graduate Program in Systematic Use and Conservation of Biodiversity (PPGSis) of the Federal University of Ceará (UFC).

### **Undergraduate or graduation course**

The approach is suitable for Biological Sciences and Biotechnology undergraduate courses. One of the attributions of professionals trained in those courses is to understand how living organisms defend themselves and deal with diseases, one of the most sophisticated and complex areas (TRIPATHI e SHARMA, 2017). For these professionals who can, among other activities, work in the pharmaceutical industry and on the development of new medications, the knowledge of Immunology against bacteria is, therefore, essential (NINGRUM *et al.*,

2020).

Furthermore, immunology is considered an interdisciplinary science, connected to several biological disciplines. That allows for approaches on immunity against bacteria to be applied in a wide variety of courses besides Biological Sciences and Biotechnology, such as Biomedicine, Medicine, Dentistry, Pharmacy, among others. This sequence can also be applied in Graduation courses in Immunology and related fields. In the biodiversity field, the thematic can be considered in studies about ecological services, provided by microbial colonies in the environment (ROOK, 2013). In the phylogenetics field, this knowledge can be useful to research the immunological strategies of various populations, and thus conduct a more complete overview of how the host-pathogen-environment interactions work in nature (STEVENSON *et al.*, 2005; PEDERSEN e BABAYA, 2011).

### **Subject**

The sequence is suitable for Immunology subjects, like the one offered by the Biology Department for Biological Sciences and Biotechnology, which proposes in its syllabus to work a general overview of the immune system, effector compounds, and innate and adaptive immunity mechanisms.

Although Immunology is a better suited subject because it comprehends the immune system and how it behaves during illness, therefore, including the immunity against bacteria thematic (NANKERVIS *et al.*, 2012; FINDLAY, 2015), because of its interdisciplinary character, this sequence can be used in other subjects such as Applied Immunology, Microbiology, Parasitology, and Pathology.

### **Class Thematic**

The class main topic is immunity against bacteria. Although, it might be preferable to approach the effector cells of the immune system and the host-pathogen

interaction first, and then explain in more detail the body's reaction to infections caused by extracellular and intracellular bacteria.

Despite the numerous and various host defense responses against pathogens, there are particularities of immunity against extracellular and intracellular bacteria that must be discussed in class. Bacteria are microorganisms that cause infections more frequently in human beings (MACHADO *et al.*, 2004). Another issue that can be used in the contextualization is antibiotic resistance as one of the biggest challenges in public health. Diseases like pneumonia are getting more and more difficult to treat, therefore, mobilizing pharmacy industries, universities, and research institutions into the development of new antibacterial agents (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2017). This knowledge about host-pathogen interaction can assist in the development of technological and clinical applications, as well as in how to use them in the treatment of other diseases (Riglar e Silva, 2018) or understand its positive effects on the host (WANG *et al.*, 2017).

By studying immunity against bacteria, it is possible to address a broad spectrum of effector mechanisms of the immune response, facilitating the understanding of immunity against other pathogens.

## **Content**

The main content relates to immunity against intracellular and extracellular bacteria, which may be taught after a general overview of humoral and cell-mediated adaptive immunity or following the sequence proposed on the basic bibliography adopted.

We suggest first presenting the structural characteristics of these microorganisms, how they adhere to and invade the host organism; and then discuss the effector mechanisms of the immunological system against extracellular and intracellular bacteria and their evasion mechanisms. Furthermore, we propose to

work the main types of pathogens microorganisms and their ecological and economical importance, the co-evolution of pathogens within the host immune system, the development of the infection, and the main reasons for the emergence of new diseases.

## **Goals**

### *General goals*

- Understand what pathogens are and how they infect the host cells.
- Recognize the effector mechanisms of the human immunological system against extracellular and intracellular bacteria.

### *Specific goals*

- Recognize the general characteristics of the pathogens.
- Understand the structure of intracellular and extracellular bacteria.
- Distinguish the different immunity mechanisms developed for different bacteria.
- Identify how bacteria evade the immunological responses.

## **Methodology**

Given the public health emergency due to the COVID-19 pandemic, it was necessary to assess how to maintain the teaching process and transmit the content to the students, the method of communication, the class duration, among other aspects (Ludovico *et al.*, 2020). In this context, this sequence is suitable for teaching in an asynchronously virtual learning environment (VLE). We suggest using pre-recorded videos (about 20-minutes long): one for the introduction, one for extracellular bacteria, and one for intracellular bacteria. Pre-recording allows for appropriate



editing with improved audio, adding subtitles or audio description for inclusive teaching, and features such as animations. This choice also makes it easier for the students to use the resources offline as often as needed and learn on their own time (Shah *et al.*, 2013).

At the end of each video, propose activities to stimulate student participation, such as looking for current news related to bacterial resistance for discussion or bringing a case study to analyze the action of the immune system and the escape mechanisms of a particular bacterium.

Videos may also be used in an inverted classroom model, where students watch the videos in advance for further discussion in class, making for a more participatory and productive class, less expository, and allowing the students more time to ask questions about the content (VALENTE, 2014). In addition to videos, other VLE tools may be leveraged, such as forums and polls, to foster interaction, exchange messages, share articles, links to video classes on platforms like YouTube, and complementary information on the subject. According to Souza, Vilaça, and Teixeira (2020), these different means of information acquisition are part of the active methodologies model in which students can have autonomy in their learning.

Tabela 18.1: didactic sequence steps.

Stage	Description	Duration
Material preparation	Video production and editing.	2-months
Class application	Videos are made available and shared with students.	The link to the video remains available to the students throughout the module.

Video 1: Introduction and general characteristics of bacteria	What are pathogens, effector cells, coevolution, infectious diseases (latent and emerging infections), bacteria structure, gateways for bacterial entry, adhesion, and invasion.	± 13 minutes
Video 2: Extracellular bacteria	Innate and adaptive immunity against extracellular bacteria, harmful effects, escape mechanisms.	± 15 minutes
Video 3: Intracellular bacteria	Innate and adaptive immunity against intracellular bacteria, harmful effects, escape mechanisms.	± 20 minutes
Activities at the end of each video	Contextualization with current events, case studies, schematics, and flowcharts preparation for studying the content.	Weekly virtual encounters for discussion.
FAQ	Forum section for messages, questions, and suggestions of articles and reading material.	The forum should remain open throughout the module.

## Resources

Use resources like books, scientific articles, and video lessons. The suggested basic bibliography is *Imunologia Celular e Molecular* (Abbas, Lichtman, Pillai, 2012). All material made available to students, such as texts, articles, and directed studies, should be checked for correct reading in text readers used by visually impaired students.

Video production requires books and articles for script creation, as well as access to specific programs for image creation, video editing, and file storage. In addition to the audio description feature, the video lessons may be translated into

LIBRAS (Brazilian Sign Language).

Although short, videos require the student to have a device (e.g., cell phone or computer) and a considerable amount of data for downloading or watching the content online. If there are any in-person meetings (in cases of hybrid format), videos and other content may be delivered using devices such as flash drives or screened in class.

## Evaluation

A directed study with 5 to 10 questions on the topic, two weeks after posting the link to the videos. Questions should address the introduction to pathogens, the immune system mechanisms for targeting pathogens, and how pathogens evade the host immune system. The resolution may be scored in the discipline summative assessment. Also, we suggest a formative assessment without grading, where students are observed and encouraged to start discussions on the topic in the forums and invite their classmates to comment or ask questions.

## Conclusion

The proposed didactic sequence allows for an inclusive approach to the topic of immunity against bacteria, using educational tools and resources that may help in virtual (remote) teaching in both in-class and distance learning courses. Having the possibility of adding audio description, subtitles, and animation during video production, we expect the videos will help teach immunology in an inclusive, dynamic, and entertaining way.

## References

- ABBAS, A. K., LICHTMAN, A. H., PILLAI, S. **Imunologia Celular e Molecular**, 7<sup>a</sup> Ed., Editora Elsevier, Rio de Janeiro, 2012.
- BARBOSA, Alessandro Tomaz; FERREIRA, Gustavo Lopes; KATO, Danilo Seithi. O ensino remoto emergencial de ciências e biologia em tempos de pandemia:

- com a palavra as professoras da regional 4 da SBenBio (MG/GO/TO/DF). **Revista de Ensino de Biologia da SBenBio**, vol. 13, n. 2, p. 379-399, 2020.
- BELLEI, Maria *et al.* A Cost-Effective Approach to Producing Animated Infographics for Immunology Teaching. **Journal of Microbiology & Biology Education**, p. 477-479, 2016.
- BRASIL. **Portaria Nº 343 de 17 de março de 2020**. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-343-de-17-de-marco-de-2020-248564376>. Acesso em: Fevereiro de 2021
- FINDLAY, Emily Gwyer. Spotlight on: Immunology. *The Biologist*, vol 62(4) p32-33, 2015. Disponível em: <<https://www.rsb.org.uk/news/news-archive/158-biologist/features/1315-spotlight-on-immunology>>. Acesso em: Fevereiro 2021.
- HAQUE, Mainul *et al.* Health care-associated infections – an overview. **Infection and Drug Resistance** 2018;11 2321–2333, 2018.
- LUDOVICO, Francieli Motter *et al.* COVID-19: desafios dos docentes na linha de frente da educação. **Interfaces Científicas - Educação**. v.10, n.1, p. 58-74, 2020.
- MAK, Tak W.; SAUNDERS, Mary E.; JETT, Bradley D. **Immunity to Infection**. In: Primer to the Immune Response, p.295–332, 2014.
- MACHADO, Paulo R. L *et al.* Mecanismos de resposta imune às infecções. **An bras Dermatol**, Rio de Janeiro, 79(6):647-664, nov/dez. 2004.
- NANKERVIS, Scott. *et al.* **Taming the devil: A game-based approach to teaching immunology**. Proceedings Ascilite Wellington: Future Challenges, Sustainable Futures. Wellington, 25-28, 2012.
- NINGRUM, Dian Eka Aprilia Fitria, *et al.* Development of Biotechnology Textbook Based on Bioinformatics Research. **Universal Journal of Educational Research**. 8(11): 5188-5196, 2020.
- PEDERSEN, Amy B.; BABAYAN, Simon A. Wild immunology. **Molecular Ecology**, 20, 872–880, 2011.
- RIGLAR, David T., SILVER, Pamela A. Engineering bacteria for diagnostic and therapeutic applications. **Nat Rev Microbiol** 16, 214–225, 2018.
- ROOK, Graham A. Regulation of the immune system by biodiversity from the natural environment: an ecosystem service essential to health. **P. Natl. Acad. Sci. USA**, 110, 18360–18367, 2013.
- SHAH, Samit *et al.* Student perceptions of the use of pre-recorded lecture modules and class exercises in a molecular biology course. **Currents in Pharmacy**

**Teaching and Learning**, 5 (2013) 651–658, 2013.

SOUZA, Aliny Leda de Azevedo; VILAÇA, Argicely Leda de Azevedo; TEIXEIRA, Hebert José Balieiro. **Os benefícios da metodologia ativa de aprendizagem na educação**. In: Metodologias ativas: métodos e práticas para o século XXI / Gercimar Martins Cabral Costa (Organizador). – Quirinópolis, GO: Editora IGM, 2020. 642 p.

STEVENSON, R. D. *et al.* EcoPhysiology and Conservation: The Contribution of Endocrinology and Immunology–Introduction to the Symposium. **Integr. Comp. Biol.**, 45:1–3, 2005.

TRIPATHI, Prabhanshu, SHARMA, S. Immunology and Immunotechnology. **Biotechnology Trends and Applications**, p. 1 - 25, 2017. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/320623534\\_Immunology\\_and\\_Immunotechnology](https://www.researchgate.net/publication/320623534_Immunology_and_Immunotechnology)> Acesso em: Fevereiro de 2021.

VALENTE, José Armando. Blended learning e as mudanças no ensino superior: a proposta da sala de aula invertida. **Educar em Revista**, n. 4, 2014.

WANG, Yang *et al.* Antioxidant Properties of Probiotic Bacteria. **Nutrients**, 9, 521, 2017.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Prioritization of pathogens to guide discovery, research and development of new antibiotics for drug-resistant bacterial infections, including tuberculosis. Geneva: World Health Organization; 2017.

JOAQUIM CÉSAR DO NASCIMENTO  
SOUSA JÚNIOR  
LARA RODRIGUES DA SILVA  
ERIKA FREITAS MOTA

19

**REARRANJO GÊNICO  
NOS LINFÓCITOS:  
GERAÇÃO DA  
DIVERSIDADE DE  
RECEPTORES DE  
ANTÍGENOS**

## **Introdução**

A extraordinária diversidade do repertório de imunoglobulinas (Ig) e receptores das células T (TCR) é gerada a partir de mecanismos genéticos que ocorrem durante a maturação dos linfócitos B e T (ABBAS, LICHTMAN, PILLAI, 2015). Um desses mecanismos é a recombinação V(D)J na qual ocorre o rearranjo e a junção de segmentos gênicos variáveis (V), de diversidade (D) e juncional (J) para formação de um exon completo na região variável. Esse mecanismo complexo e sofisticado que acontece nos linfócitos é responsável pela produção de uma variedade de receptores que reconhecem os mais diversos antígenos com os quais podemos entrar em contato ao longo da vida.

Essa sequência didática propõe o estudo dessa temática, por meio de videoaulas, seguido de metodologias ativas com a aplicação de um modelo didático e, de modo complementar, o uso de podcast. As metodologias ativas de ensino promovem aprendizagem significativa, estimulando participação de estudantes, mas o sucesso depende também do professor mediar dinamicamente o processo, selecionando informações e promovendo interações (BASÍLIO; OLIVEIRA, 2016). Esses autores elencam exemplos para ensino de Ciências que se adequam igualmente à Imunologia, como: estudos de casos, práticas experimentais, trabalhos em grupo, ensino por investigação, aprendizagem baseada em problemas ou projetos, produção de modelos, dentre outros.

### **Curso de graduação ou pós-graduação**

A sequência proposta é voltada para cursos de graduação em Ciências Biológicas e em Biotecnologia. Nesses cursos, a relevância do tema associa-se ao destaque desse assunto nos processos envolvidos no desenvolvimento e produção dos receptores dos linfócitos nos órgãos linfoides primários e nos estudos de marcadores imunológicos para determinadas doenças. Ademais, a compreensão dos

rearranjos, bem como a inclusão e a remoção de nucleotídeos pode auxiliar na formação desses profissionais e fornecer conhecimento teórico na concepção de terapias eficientes contra determinadas enfermidades, produção de vacinas e a especificidade de reconhecimento antigênico gerada durante o desenvolvimento dos linfócitos.

O entendimento da imunologia básica e molecular, bem como a abordagem de temas mais específicos, como este, fornecem o embasamento necessário para a elaboração de estudos e ferramentas importantes na elucidação de problemas nas áreas de atuação de Biotecnologia e Produção; Saúde; Meio ambiente e Biodiversidade. Essa abordagem igualmente adequa-se a outros cursos, como Biomedicina, Farmácia, entre outro. A sequência pode também ser aplicada em cursos de Pós-Graduação em Imunologia e áreas afins.

## **Disciplina**

A proposta pode ser aplicada na disciplina de Imunologia, mas a sequência didática, igualmente, encaixa-se em disciplinas de Imunologia Aplicada, Immunopatologia e Imunologia Molecular, tendo em vista que se trata de um assunto relevante na compreensão da diversidade de receptores de linfócitos T (TCR) e de Imunoglobulinas (Ig) gerados durante o desenvolvimento e maturação dos linfócitos T e B, respectivamente. Ademais, como este mecanismo é relevante para a compreensão do funcionamento da imunidade adaptativa, indica-se ministrar este conteúdo em uma disciplina que aborde os próprios processos moleculares, como a Biologia Molecular.

## **Tema da aula**

O tema central é o processo de recombinação gênica somática e seus quatro eventos principais: a sinapse, com a formação de uma alça cromossômica; a clivagem,



com a atuação das recombinases RAG1 e RAG2 e posterior formação do grampo, pela Artemis; a abertura do grampo e processamento da extremidade, a partir da atuação da desoxinucleotidil transferase terminal (TdT) no acréscimo ou remoção de nucleotídeos nas extremidades; e a junção das extremidades clivadas, a partir da DNA ligase IV.

A compreensão dos mecanismos envolvidos na recombinação V(D)J e que resultam na diversidade dos receptores TCR e Igs está relacionada também com o entendimento do desenvolvimento dos linfócitos, das respostas imunológicas e pesquisas sobre as doenças autoimunes, deficiências imunológicas, dos mecanismos de transplantes e dos grupos sanguíneos. Assim, propõe-se que possa haver uma definição ampla de todo o conteúdo de recombinação somática, enfatizando a discussão dos procedimentos, de maneira contextualizada e estimulando a participação ativa dos estudantes no processo de aprendizagem. Para tanto, essa sequência propõe abordar a recombinação V(D)J no ensino virtual (remoto) ou híbrido, mesclando recursos audiovisuais (videoaula e *podcast*) e o DIY (*Do It Yourself*) como forma de introduzir, enfatizar e complementar o conteúdo (CARVALHO, 2020; MÄKELÄ, VELLONEN, 2018).

## Conteúdo

O conteúdo central versa sobre desenvolvimento dos linfócitos e recombinação V(D)J, destacando a relação com a diversidade de reconhecimento e os receptores gerados (TCR e Ig). Esse processo normalmente é abordado durante as aulas de imunidade adaptativa, seguindo a bibliografia básica adotada. Ademais, deve-se abordar sobre a produção e maturação dos linfócitos nos órgãos linfoides primário, as questões moleculares, envolvendo recombinação somática, *splicing*, contribuições para variabilidade e respostas diversificadas.

Dessa forma, é possível aprofundar o conteúdo com as etapas de sinapse,

clivagem, processamento e junção durante a recombinação V(D)J, a ocorrência desses rearranjos e sua relação com o processo evolutivo.

## **Objetivos**

### *Objetivo geral*

- Propor uma sequência didática sobre a recombinação V(D)J para os alunos da disciplina de Imunologia dos cursos de Ciências Biológicas e Biotecnologia;

### *Objetivos específicos*

- Promover o aprendizado da Imunologia a partir do uso de diferentes tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC);
- Introduzir o recurso DIY aos alunos, de modo a propiciar maior liberdade, interação e independência no aprendizado;
- Sugerir um modelo de aula que possa facilitar e dinamizar a abordagem do tema escolhido.

## **Metodologia**

A sequência didática propõe uma abordagem para o ensino de imunologia de forma virtual e assíncrona, mas pode ser facilmente adaptada para o modelo presencial e híbrido. Propõe-se três momentos que envolvem uma sequência de aulas expositivas (videoaulas), seguida por metodologias ativas: modelo didático (DIY) e aprendizagem móvel (podcast). Primeiramente, deve-se disponibilizar videoaulas gravadas pelo professor ou previamente selecionadas de canais disponíveis em plataformas de livre acesso. Estas devem abordar desenvolvimento, maturação dos

linfócitos e recombinação V(D)J. Após quinze dias de disponibilização das videoaulas, sugere-se empregar a técnica DIY, disponibilizando um vídeo tutorial no canal *ImunoInFoco* no *YouTube* e sugerindo o uso do *kit* (lista de materiais de baixo custo e fácil acesso) para a construção do modelo didático pelos alunos. Por último, a terceira abordagem consiste no uso da tecnologia de *podcast*, com o episódio oito da *playlist ImunoInFoco*, disponível no *Spotify*®, que aborda o processo da recombinação V(D)J, complementando o conteúdo estudado. Com isso, busca-se facilitar a compreensão da ocorrência do rearranjo V(D)J e processo evolutivo do sistema imunológico. O contato com a turma é feito via ambiente virtual de aprendizagem e por e-mail, para sanar as dúvidas, trocar mensagens, sugerir textos complementares, receber as respostas dos estudos dirigidos, compartilhar notícias e artigos científicos.

Tabela 19.1: etapas da sequência didática.

<b>Etapa</b>	<b>Descrição</b>	<b>Duração</b>
Videoaulas	Disponibilização de <i>links</i> na plataforma <i>YouTube</i> com videoaulas sobre a temática. Produção pelo professor de vídeos com auxílio do gravador de tela do PowerPoint explorando os principais eventos da recombinação V(D)J.	Aulas de no máximo 30 minutos/2 semanas.
Modelo didático Rearranjo Gênico para geração de diversidade de Ig e TCR	Disponibilização de vídeo tutorial para construção do modelo didático.	Tutorial de 4 minutos
<i>Podcast</i> - Brincando de Rearranjar	Indicação do episódio oito da <i>playlist</i> do podcast <i>ImunoInFoco</i> .	Episódio com 23 minutos

## Recursos

Usar como recursos: livro, videoaulas, podcast, vídeo tutorial (*videocast*) e *kit* para construção do modelo didático lúdico. A bibliografia básica sugerida é o livro de Imunologia Celular e Molecular (ABBAS, LICHTMAN, PILLAI, 2015). Os materiais utilizados para a realização da sequência didática proposta são de baixo custo e de fácil acesso com a possibilidade de adaptações. Sugere-se usar videoaulas de 20 a 30 minutos sobre Desenvolvimento dos linfócitos e Rearranjo V(D)J, que tanto podem ser produzidas pelo professor com o recurso gravação no PowerPoint, como podem ser indicadas aulas disponíveis na plataforma *YouTube* com acesso gratuito e público (ex. Canal Escola de Ciência da Vida aulas 11 a 17 de Imunologia – *playlist* [https://www.youtube.com/watch?v=sRtgB\\_pXAus&list=PL711S5tS\\_WyEcyXeYZIm\\_VOlyiDjrC903a](https://www.youtube.com/watch?v=sRtgB_pXAus&list=PL711S5tS_WyEcyXeYZIm_VOlyiDjrC903a)).

O modelo didático pode ser facilmente construído a partir do *kit* composto por materiais, como cartolina, barbante, papel adesivo, fita adesiva e tesoura (CORPE; MOTA, 2014). Nesse *kit*, o barbante serve como base para a construção da sequência da região genômica das cadeias leves e pesadas das imunoglobulinas e cadeias alfa ou beta de receptores TCR. Ao longo do barbante, segmentos gênicos (V, D, J e C) são representados e confeccionados em cartolina e colados com fita adesiva. Do mesmo modo, as enzimas codificadas nos Genes de Ativação de Recombinação (RAG1 e RAG2) ou recombinases V(D)J, a DNA ligase, endonuclease (Artemis), desoxinucleotidil transferase terminal (TdT) e os nucleotídeos são desenhados na cartolina e utilizados no decorrer do processo de recombinação. Com isso, é possível apresentar de forma lúdica, as etapas específicas de sinapse, clivagem, processamento e junção da recombinação V(D)J. O *videocast* tutorial para construção

do modelo didático está disponível no canal ImunoInFoco<sup>1</sup> na plataforma *YouTube* com acesso gratuito e público (<https://youtu.be/oac8iLFxhMI>).

Outra estratégia de aprendizagem móvel (*M-Learning*) sugerida na sequência é escutar a faixa “Vamos brincar de rearranjar?” do *podcast* científico ImunoinFoco<sup>2</sup> na plataforma do *Spotify* e que está com acesso público e gratuito (<https://open.spotify.com/episode/6NEReqGB82HnSqs2hOIrPy?si=bAOZE8jmRweV9gOHG9FEZw&nd=1>).

Caso produza o seu próprio *podcast*, o professor precisará ter dispositivo tecnológico (celular, tablet, notebook ou computador), programas de gravação e edição de áudio, acesso à internet para assistir e disponibilizar o material indicado na sequência. O estudante necessita de dispositivo tecnológico (celular, tablet, notebook ou computador) e pacote de dados disponíveis para o *download* ou carregamento *online* do material.

## Avaliação

A avaliação consiste na aplicação de um estudo dirigido que contém questões, envolvendo a abordagem do conteúdo, de modo a avaliar se o modelo de aula foi compatível de fato com o aprendido. Seguem abaixo sugestões de perguntas que podem ser úteis na elaboração e aplicação do estudo dirigido:

01. Descreva as etapas do processo de recombinação V(D)J.
02. Diferencie diversidade combinatória e diversidade juncional.

---

<sup>1</sup> Canal ImunoinFoco na plataforma *Youtube*. Produção do tutorial: Lara Rodrigues da Silva; Joaquim César do Nascimento Sousa Júnior e Susy Saraiva. Canal de acesso público

<sup>2</sup> Podcast ImunoinFoco na plataforma *Spotify*. Produção do episódio: Joaquim César do Nascimento Sousa Júnior. Canal de acesso público

03. Discuta sobre os quatro processos de geração de diversidade do repertório linfocitário e exemplifique os que são compartilhados por células B e/ou células T.
04. De acordo com o modelo didático aplicado, cite e explique a função de cada enzima envolvida no processo de recombinação V(D)J.
05. Faça um mapa conceitual relacionando a recombinação V(D)J com a evolução do sistema imunológico. Sugere-se usar programas gratuitos como <https://cmap.ihmc.us/cmaptools/>.

## **Conclusão**

A sequência didática proposta para abordar a temática da Recombinação V(D)J explora diversos recursos de TDIC, promove a participação ativa do estudante em seu processo de ensino e atividade ao aplicar a técnica DIY e trabalhar com a aprendizagem móvel (*podcast* e *videocast*). Essa proposta pode auxiliar no ensino e aprendizagem sobre os conceitos imunológicos abordados e fomentar ideias para outros temas. Ademais, essa sequência traz alternativas para o ensino de Imunologia de forma virtual, contribuindo com a adaptação das aulas nesse momento dos desafios impostos pelo ensino remoto emergencial e restrições de aulas presenciais durante a pandemia de COVID-19.

## **Referências**

- ABBAS, A. K.; LICHTMAN, A.H.; PILLAI, S. **Imunologia celular e molecular**. Elsevier Brasil, 2015.
- BASÍLIO, J. C.; OLIVEIRA, V. L. Metodologias Ativas para o aprendizado em Ciências Naturais no Ensino Básico. **Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor PDE**, v. 1, 2016.
- Canal Escola de Ciência da Vida. *Playlist* de Imunologia [https://www.youtube.com/watch?v=sRtgB\\_pXAus&list=PL711S5tS\\_WyEcyX](https://www.youtube.com/watch?v=sRtgB_pXAus&list=PL711S5tS_WyEcyX)

- CARVALHO, S. R. PODCAST COMO RECURSO PEDAGÓGICO NO ENSINO REMOTO. **Revista Aproximação**, v. 2, n. 5, 2020.
- CORPE, F. P.; MOTA, E. F. Utilização de modelos didáticos no ensino-aprendizado em imunologia. **Revista de Ensino de Biologia da Associação Brasileira de Ensino de Biologia (SBEnBio)**, v. 7, p. 2070-2080, 2014.
- MÄKELÄ, S.; VELLONEN, V. Designing for appropriation: A DIY kit as an educator's tool in special education schools. **International Journal of Human-Computer Studies**, v. 118, p. 14-23, 2018.

JOAQUIM CÉSAR DO NASCIMENTO  
SOUSA JÚNIOR  
LARA RODRIGUES DA SILVA  
ERIKA FREITAS MOTA

20

**GENE REARRANGEMENT  
IN LYMPHOCYTES:  
GENERATION OF  
ANTIGEN RECEPTOR  
DIVERSITY**

TRANSLATORS

GIULIANA CASADEI MARQUES ROQUE

HARQUELINE ALVES BATISTA DE OLIVEIRA



## **Introduction**

The extraordinary diversity of the immunoglobulin (Ig) and T cell receptor (TCR) repertoire is generated from genetic mechanisms that occur during the maturation of B and T lymphocytes (ABBAS, LICHTMAN, PILLAI, 2015). One of these mechanisms is V(D)J recombination, in which the rearrangement and junction of variable (V), diversity (D) and junctional (J) gene segments occurs to form a complete exon in the variable region. This complex and sophisticated mechanism that happens in lymphocytes produces a variety of receptors that recognize the most diverse antigens we can come into contact throughout life.

This didactic sequence proposes the study of this theme, through video classes, followed by active methodologies using a didactic model with the complementary use of podcasts. Active teaching methodologies promote meaningful learning, encouraging student participation, but success also depends on the teacher dynamically mediating the process, selecting information and promoting interactions (Basílio; Oliveira, 2016). These authors list Science teaching examples that are equally suited to Immunology, such as case studies, experimental practices, group work, teaching by investigation, problem- or project-based learning, model production, among others.

### **Undergraduate or graduate course**

The proposed sequence is aimed at undergraduate courses in Biological Sciences and Biotechnology. In these courses, the relevance of the topic is associated with emphasis on this subject in processes involved in lymphocyte receptor development and production in the primary lymphoid organs and on studies on immunological markers for certain diseases. Furthermore, the understanding of rearrangements, as well as the inclusion and removal of nucleotides can help in the training of these professionals and provide theoretical knowledge of the design of

efficient therapies against certain diseases, vaccine production, and antigen recognition specificity generated during the development of lymphocytes.

The understanding of basic and molecular immunology, as well as the approach to more specific topics, such as this one, provide the necessary basis for the development of studies and important tools to elucidate problems in the areas of Biotechnology and Production, Health, and Environment and Biodiversity. This approach is equally suitable for other courses, such as Biomedicine, Pharmacy, among others. The sequence can also be implemented in graduate courses in Immunology and related areas.

### **Course**

The proposal can be implemented in Immunology courses, but the didactic sequence equally fits in the courses of Applied Immunology, Immunopathology, and Molecular Immunology, considering that this is a relevant subject in understanding the diversity of T lymphocyte receptors (TCR) and Immunoglobulins (Ig) generated during the development and maturation of T and B lymphocytes, respectively. Furthermore, as this mechanism is relevant for understanding the functioning of adaptive immunity, this content should be taught in a course that addresses the molecular processes themselves, such as Molecular Biology.

### **Lesson theme**

The central theme is the somatic gene recombination process and its four main events: the synapse, with the formation of a chromosomal loop; cleavage, with the action of RAG1 and RAG2 recombinases and subsequent hairpin formation by the Artemis; hairpin opening and end processing, from the action of terminal deoxynucleotidyl transferase (TdT) in nucleotide addition or removal at the ends; and joining of cleaved ends from DNA ligase IV.

The understanding of the mechanisms involved in V(D)J recombination resulting in the diversity of TCR and Ig receptors is also related to understanding the development of lymphocytes, immune responses and research on autoimmune diseases, immune deficiencies, transplant mechanisms, and blood groups. Thus, there may be a broad definition of the entire content of somatic recombination, emphasizing the discussion of procedures in a contextualized way and encouraging the active participation of students in the learning process. Therefore, this sequence proposes to address V(D)J recombination in virtual (remote) or hybrid teaching, mixing audiovisual resources (video class and podcast) and DIY (Do It Yourself) as a way to introduce, emphasize, and complement the content (CARVALHO, 2020; MÄKELÄ, VELLONEN, 2018).

## **Content**

The central content includes lymphocyte development and V(D)J recombination, highlighting the relationship with recognition diversity and the receptors generated (TCR and Ig). This process is usually addressed in adaptive immunity classes, following the basic bibliography used. Furthermore, molecular issues involving somatic recombination should be addressed on the production and maturation of lymphocytes in primary lymphoid organs, splicing, contributions to variability, and diverse responses.

Thus, it is possible to deepen the content with the steps of synapse, cleavage, processing, and joining during V(D)J recombination, the occurrence of these rearrangements, and their relationship with the evolutionary process.

## Objectives

### *Overall objective*

- To propose a didactic sequence on V(D)J recombination for students in the subject of Immunology in Biological Sciences and Biotechnology courses;

### *Specific objectives*

- To promote Immunology learning through the use of different digital information and communication technologies (DICT);
- To introduce the DIY resource to students to provide greater learning freedom, interaction, and independence;
- To suggest a lesson model to facilitate and streamline the approach to the chosen topic.

## Methodology

The didactic sequence provides a virtual and asynchronous approach to immunology learning, but it can be easily adapted to in-person and hybrid models. Three stages are proposed, involving a sequence of expository lectures (video class) followed by the active methodologies didactic model (DIY) and mobile learning (podcast). Firstly, video classes will be posted by the professor or previously selected from available channels on open access platforms. These video classes must discuss lymphocyte development and maturation and V(D)J recombination. Fifteen days after the video classes were posted, the DIY technique should be applied by posting a tutorial video on the *ImunoInFoco* channel on YouTube. The use of the kit (list of low cost and easy to find materials) is recommended for students to develop the didactic model themselves. Lastly, the third approach consists of using podcast

technology, with episode eight of the *ImunoInFoco* playlist available on Spotify® to discuss the V(D)J recombination process. Thus, the goal is to make V(D)J rearrangement and evolution of immune system easier to understand. The virtual learning platform and e-mails are used to answer questions, exchange messages, suggest complementary texts, receive answers about the directed studies, and share news and scientific articles.

Tabela 20.1: didactic sequence steps.

Phase	Description	Duration
Video classes	Links available on YouTube with video classes about the subject. The video professor produces classes using the Power Point screen recorder tool to explain the main events of V(D)J recombination.	30 minutes at most/2 weeks
Didactic model: Gene rearrangement to generate Ig and TCR diversity	Tutorial video for didactic model development.	4-minute tutorial
Podcast - Brincando de Rearranjar	Episode 8 of podcast playlist <i>ImunoInFoco</i> suggestion.	23-minute episode

## Materials

The materials used include book, video class, podcast, tutorial video (videocast), and a kit for recreational didactic model development. The basic bibliography suggested is the book *Cellular and Molecular Immunology* (ABBAS, LICHTMAN, PILLAI, 2015). The materials used in the proposed learning program are cheap, easy to find, and adaptable. It suggests the use of 20-to-30-minute video

classes about lymphocyte development and V(D)J rearrangement produced by the professor using the Power Point screen recorder tool or free classes available on YouTube (e.g., *Escola de Ciência da Vida* Channel, immunology classes 11 to 17 - playlist

[https://www.youtube.com/watch?v=sRtgB\\_pXAus&list=PL711S5tS\\_WyEcyXeYZIm\\_VOlyiDjrC903a](https://www.youtube.com/watch?v=sRtgB_pXAus&list=PL711S5tS_WyEcyXeYZIm_VOlyiDjrC903a)).

The didactic model can be easily developed with the kit composed of materials like cardstock, twine, sticker, tape, and scissors (CORPE; MOTA, 2014). In this kit, twine is used for building the genomic region sequencing of immunoglobulin light and heavy chains and TCR alpha or beta chains. Along the twine, gene segments (V, D, J and C) made of cardstock are stucked using tape. Following the same method, enzymes coded on recombination activating gene (RAG1 and RAG2) or V(D)J recombinases, DNA ligase, endonuclease (Artemis), TdT, and nucleotides are drawn on cardstock and used in the recombination process. Thus, the specific synapse, cleavage and V(D)J joining and processing phases are explained in a ludic way. The videocast tutorial to build the didactic model is available for free on the *ImunoInFoco*<sup>1</sup> channel on YouTube's open access platform (<https://youtu.be/oac8iLFxhMI>).

Another mobile learning strategy (M-Learning) suggested is listening to the track "*Vamos brincar de rearranjar?*" of *ImunoInFoco*<sup>2</sup> scientific podcast on Spotify's open access platform (<https://open.spotify.com/episode/6NEReqGB82HnSqs2hOIrPy?si=bAOZE8jmRweV9gQHG9FEZw&nd=1>).

If the professors choose to produce their own podcast, they should have a

---

<sup>1</sup> ImunoInFoco channel on YouTube. Tutorial production: Lara Rodrigues da Silva; Joaquim César do Nascimento Sousa Júnior and Susy Saraiva. Open access channel.

<sup>2</sup> ImunoInFoco podcast on Spotify. Episode production: Joaquim César do Nascimento Sousa Júnior. Open access channel.

technological device (cellphone, tablet, laptop or computer), audio recording and editing software, and internet connection to watch and post the required material. The students should have a technological device (cellphone, tablet, laptop or computer) and internet connection to download the material or watch it online.

## Evaluation

The evaluation consists of a directed study with questions about the content taught in class to assess the compatibility between the class model and the learning process. Some examples of possible questions to be used in the directed study are shown below.

01. Describe V(D)J recombination process phases.
02. What is the difference between combinatorial and junctional diversity?
03. Discuss the four phases of lymphocyte repertoire diversity generation and give examples of the ones shared by B cells and/or T cells.
04. According to the didactic model applied, name each enzyme function involved in the V(D)J recombination process and explain them.
05. Draw a conceptual map explaining the relation between V(D)J recombination and evolution of the immune system. Free programs like <https://cmap.ihmc.us/cmaptools/> are recommended.

## Conclusion

The didactic sequence about V(D)J recombination explores different DICT resources and reinforces the active participation of students in their learning process and activities by using the DIY technique and working with mobile learning (podcast and videocast). The proposal can improve the teaching and learning of the immunology concepts discussed and help fomenting ideas for different topics.

Additionally, the sequence is an alternative for studying immunology virtually. Consequently, it contributes with classes adaptation during the COVID-19 pandemic, which has been challenging due to the need of studying remotely.

## References

- ABBAS, A. K.; LICHTMAN, A.H.; PILLAI, S. **Imunologia celular e molecular**. Elsevier Brasil, 2015.
- BASÍLIO, J. C.; OLIVEIRA, V. L. Metodologias Ativas para o aprendizado em Ciências Naturais no Ensino Básico. **Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor PDE**, v. 1, 2016.
- Canal Escola de Ciência da Vida. *Playlist* de Imunologia [https://www.youtube.com/watch?v=sRtgB\\_pXAus&list=PL711S5tS\\_WyEcyXeYZlmVOlyiDjrC903a](https://www.youtube.com/watch?v=sRtgB_pXAus&list=PL711S5tS_WyEcyXeYZlmVOlyiDjrC903a)
- CARVALHO, S. R. Podcast como recurso pedagógico no ensino remoto. **Revista Aproximação**, v. 2, n. 5, 2020.
- CORPE, F. P.; MOTA, E. F. Utilização de modelos didáticos no ensino-aprendizado em imunologia. **Revista de Ensino de Biologia da Associação Brasileira de Ensino de Biologia (SBEnBio)**, v. 7, p. 2070-2080, 2014.
- MÄKELÄ, S.; VELLONEN, V. Designing for appropriation: A DIY kit as an educator's tool in special education schools. **International Journal of Human-Computer Studies**, v. 118, p. 14-23, 2018.



DENNIS MALETICH JUNQUEIRA

21

**BINGO IMUNOLÓGICO  
(BIMGO): METODOLOGIA  
ATIVA PARA O ENSINO  
SUPERIOR**

## Introdução

As recentes mudanças políticas, sociais e, principalmente, culturais modificaram a forma como a informação é armazenada, disseminada e absorvida pelos estudantes (HENGEMÜHLE, 2011). De modo a acompanhar as transições comportamentais inerentes ao moderno, o processo de ensino-aprendizagem foi alicerçado por novas perspectivas baseadas na liberdade, inovação e envolvimento ativo dos educandos, pressupondo um sujeito autônomo (MACHADO; QUARESMA, 2019). A utilização de metodologias ativas é uma forma de estímulo ao estudante para uma aprendizagem cooperativa, que encoraja a tomada de decisão e envolve um processo interativo de pesquisa, estudo e análise (CHIARELLA et al., 2015).

O bingo, como metodologia de gamificação do processo de ensino-aprendizagem, é uma ferramenta distinta. Além de expor os alunos a uma dinâmica de aprofundamento direcionado de competências técnicas (*hard skills*), ele também é conveniente para aprimorar competências transversais (*soft skills*) não relacionadas diretamente à formação específica do aluno (ARAUJO; SANTOS; SILVA, 2019; MUNHOZ et al., 2016; SIQUIERE, 2020; SWIATKIEWICZ, 2014). As metodologias de gamificação aumentam o engajamento do aluno e aprimoram sua experiência com a informação através de uma atividade prazerosa e cooperativa (BUNCHBALL INC, 2010; TOLOMEI, 2017).

### Curso de graduação ou pós-graduação

A sequência didática necessária para a metodologia do Bingo Imunológico (BIMGO) se aplica a qualquer unidade curricular, de qualquer curso de graduação ou pós-graduação, cujos objetivos de aprendizagem exijam menor nível de cognição pela taxonomia de Bloom (FERRAZ; BELHOT, 2010), incluindo verbos como “relembrar” ou “entender”. Além disso, é principalmente uma ferramenta para

estimular a simples memorização de termos ou processos, sem necessariamente aplicá-los em um contexto prático de caso clínico.

O estudo da Imunologia envolve, inicialmente, um grande conjunto de termos específicos necessários à formação das competências técnicas de alunos nas diferentes áreas das ciências da saúde. A memorização e o entendimento de tais definições é imprescindível para a posterior aplicação e análise do conteúdo em um contexto clínico. Deste modo, a utilização de um *game*, como o BIMGO, pode ser capaz de fixar conceitos fundamentais e ainda direcionar um aprofundamento relativo ao conteúdo abordado em sala de aula, auxiliando o docente na avaliação diagnóstica do aprendizado dos seus alunos.

## **Disciplina**

A proposta do BIMGO é adequada para disciplinas de Imunologia Básica, pois busca resgatar conceitos fundamentais sem necessariamente relacioná-los a situações clínicas. Portanto, é uma proposta que possivelmente pode ser aplicada a alunos de qualquer curso da área da saúde, em disciplinas iniciais de sua formação, como Princípios de Imunologia, Imunologia Básica ou Sistema Imunológico.

## **Tema da aula**

A resposta imune tem papel fundamental na defesa contra agentes infecciosos e contra células próprias do organismo com transformação maligna (CRUVINEL et al., 2010; MACHADO et al., 2004). Qualquer resposta imune envolve, primeiramente, o reconhecimento do patógeno ou de outro material estranho, chamados de antígenos, e, em segundo lugar, a elaboração de uma reação, com a finalidade de eliminá-los do organismo. A partir do contato, células efetoras serão ativadas para contra-atacar o antígeno a partir do processo de expansão clonal. Essa multiplicação resulta adicionalmente na formação de células de memória, presentes por longos

períodos no organismo e responsáveis pela resposta secundária ao invasor (MACHADO et al., 2004).

A temática da sequência didática aqui proposta visa abordar especificamente a resposta imune mediada por células, resposta imune celular, e aquela mediada por anticorpos, resposta imune humoral. O tema é amplo, mas resgata tópicos fundamentais da resposta imune e, portanto, é essencial na construção do conhecimento de alunos de graduação das ciências da saúde. Além disso, busca-se articular o tema de maneira integral, evitando a fragmentação do conhecimento em respostas imunes específicas (celular ou humoral), dado tratar-se de um sistema complexo de sinalização concomitante no organismo.

## **Conteúdo**

Cabe ao docente apresentar os conceitos fundamentais da resposta imune celular e humoral previamente à aplicação da metodologia do BIMGO. O conteúdo pode ser trabalhado a partir da análise de um caso ou de um texto, seguido pela metodologia de *Team-Based Learning* (TBL), que também favorece uma aprendizagem dinâmica e colaborativa (OLIVEIRA et al., 2018).

## **Objetivos**

### *Objetivo geral*

- Retomar os principais conceitos e definições sobre os mecanismos de ação da resposta imune celular e humoral.

### *Objetivos específicos*

- Reconhecer as principais células participantes da resposta imune;

- Conhecer as funções de linfócitos B, T e células apresentadoras de antígenos;
- Conhecer as principais características da resposta imune adaptativa;
- Reconhecer moléculas importantes para apresentação de antígenos intracelulares e extracelulares ao sistema imune.

## **Metodologia**

Para realização da metodologia do BIMGO será necessária uma preparação prévia do material a ser utilizado em aula (Tabela 1). O docente deverá elaborar aproximadamente 30 definições cuja resposta seja um termo relacionado à resposta imune. Aconselha-se criar frases objetivas e termos curtos, conforme exemplos abaixo:

1. Molécula responsável por apresentar o antígeno para células T-CD8+ (Tc).

Termo: MHC classe I.

2. Determinada porção do antígeno que é reconhecida pelo sistema imune.

Termo: Epítopo.

É importante que todos os termos escolhidos pelo docente tenham sido abordados em aulas anteriores à aplicação da metodologia e estejam de acordo com os objetivos de aprendizagem elencados para a aula. Após, é necessário preparar as cartelas do BIMGO: em uma folha A4, crie uma tabela 3 x 5 com células de tamanho suficiente para que os alunos possam escrever os termos no seu interior.

Tabela 21.1: Etapas para execução da metodologia do Bingo Imunológico (BIMGO), relacionado ao ensino sobre resposta imune celular e humoral.

Etapa	Descrição	Duração
1) Preparo Prévio à metodologia: Definição dos termos do BIMGO	Criar 30 frases de descrição e os respectivos termos descritores relacionados à resposta celular e humoral, conforme os objetivos de aprendizagem	60 min à 120 min
2) Preparo Prévio à metodologia: Confecção da cartela do BIMGO	Em uma folha A4, crie uma tabela 3 x 5	10 min
3) Durante a metodologia: Preenchimento da cartela com os termos escolhidos pela dupla	O docente deve pedir que os alunos se organizem em duplas e que preencham a cartela com 12 termos dentre os 30 apresentados.	10 min
4) Durante a metodologia: Sorteio das definições	Aleatoriamente, o docente apresenta uma das definições e incentiva os alunos a reconhecer o termo associado. Os alunos marcam X em sua cartela.	60 min

Durante a sessão, os alunos deverão formar duplas e o docente distribuirá uma cartela para cada dupla. No quadro/slide, o docente listará os 30 termos possíveis e pedirá que as duplas escolham 12 deles e os escrevam aleatoriamente nas células da cartela.

Para início da metodologia, o docente deve apresentar uma das definições preparadas anteriormente e incentivar as duplas a buscarem o termo resposta daquela afirmação. Caso este esteja presente em sua cartela, os estudantes marcam um X sobre o termo. É fundamental que o docente incite os alunos a discutirem a resposta entre os estudantes da dupla, mas também entre as duplas. Após o grupo de estudantes elencar um dos termos como resposta, o docente apresenta o termo correto e retoma suas principais características, associando-o à resposta imune celular e/ou humoral. Além de retomar o termo, é importante que o docente o relacione com os aspectos básicos da resposta imune de maneira a atingir os objetivos

específicos da metodologia. Esta pode ser a oportunidade de aprofundar algum conceito já apresentado anteriormente. Vence a dupla que marcar X em todos os termos da cartela.

## **Recursos**

A metodologia pode ser beneficiada pela disponibilidade de um recurso multimídia. As perguntas podem ser apresentadas em slides e o termo resposta correspondente pode ser apresentado através de um slide já utilizado nas aulas anteriores à aplicação da metodologia.

## **Avaliação**

Após a atividade, o professor pode realizar uma avaliação diagnóstica, utilizando entre 3 a 5 das definições mais abrangentes já apresentadas durante o BIMGO. Seguindo o propósito da gamificação, a avaliação pode ser conduzida através da ferramenta online *Kahoot* (<https://kahoot.com/schools-u/>), que propiciará a competição individual entre os alunos. O intuito do uso dessa aplicação é verificar a porcentagem dos estudantes que retiveram conhecimento sobre conceitos fundamentais acerca da resposta imune celular e/ou humoral.

## **Conclusão**

As discussões depreendidas em cada uma das rodadas da metodologia do BIMGO reiteram conceitos fundamentais em imunologia. A experiência oportuniza a troca de conhecimentos e o estudo cooperativo do conteúdo pelos estudantes de graduação das diferentes áreas da saúde. A metodologia do BIMGO fornece ajuda à aprendizagem enquanto os alunos realizam a atividade, pois ela retoma pontualmente a especificidade dos objetivos de aula de maneira tópica, através do entendimento do conceito sorteado na atividade e, depois, através da inserção do

termo em um contexto imunológico, retratado pela explicação do professor com o uso do quadro/slides. Adiante, a avaliação diagnóstica suprirá o docente com informações sobre o aprendizado e efetividade da metodologia. Acredita-se que o cuidado minucioso na exibição do termo resposta pelo docente seja fundamental para o sucesso da metodologia quanto ao processo de ensino-aprendizagem, já que é o momento formal de retomada do conteúdo. Ainda, a metodologia pode ser adaptada para o ensino remoto, no entanto, é aconselhado que, nestes casos, a dinâmica seja realizada individualmente pelos alunos.

## Referências

- ARAÚJO, C. C.; SANTOS, S. S. C. DOS; SILVA, M. DO S. F. DA. A ludicidade no processo de ensino e aprendizagem: o bingo geoambiental como ferramenta pedagógica na Geografia. *Geosaberes*, v. 10, n. 22, p. 91, 1, 2019.
- BUNCHBALL INC. Gamification 101: an introduction to the use of game dynamics to influence behavior. [s.l.: s.n.]. 2010.
- CHIARELLA, T. et al. A Pedagogia de Paulo Freire e o Processo Ensino-Aprendizagem na Educação Médica. *Revista Brasileira de Educação Médica*, v. 39, n. 3, p. 418–425, 2015.
- CRUVINEL, W. DE M. et al. Sistema imunitário: Parte I. Fundamentos da imunidade inata com ênfase nos mecanismos moleculares e celulares da resposta inflamatória. *Revista Brasileira de Reumatologia*, v. 50, n. 4, p. 434–447, 2010.
- FERRAZ, A. P. DO C. M.; BELHOT, R. V. Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais. *Gestão & Produção*, v. 17, n. 2, p. 421–431, 2010.
- HENGEMÜHLE, A. *Gestão de Ensino e Práticas Pedagógicas*. 7. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2011.
- MACHADO, A. DE B.; QUARESMA, F. R. P. Metodologia ativa no processo de ensino aprendizagem dos profissionais de saúde. *Revista Educação*, v. 14, n. 1, 2019.
- MACHADO, P. R. L. et al. Mecanismos de resposta imune às infecções. *Anais Brasileiros de Dermatologia*, v. 79, n. 6, p. 647–662, 2004.
- MUNHOZ, O. L. et al. Health Bingo Workshop: An Educational Experience in Health



- with Elderly Groups. *REME: Revista Mineira de Enfermagem*, v. 20, 2016.
- OLIVEIRA, B. L. C. A. DE et al. *Team-Based Learning* como Forma de Aprendizagem Colaborativa e Sala de Aula Invertida com Centralidade nos Estudantes no Processo Ensino-Aprendizagem. *Revista Brasileira de Educação Médica*, v. 42, n. 4, p. 86–95, 2018.
- SIQUIERE, D. C. Bingo: A utilização do jogo para consolidação do ensino de notação científica em turmas do 8º ano. *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento.*, v. 8, n. 9, p. 166–174, 2020.
- SWIATKIEWICZ, O. Competências transversais, técnicas ou morais: um estudo exploratório sobre as competências dos trabalhadores que as organizações em Portugal mais valorizam. *Cadernos EBAPE.BR*, v. 12, n. 3, p. 633–687, 2014.
- TOLOMEI, B. V. A Gamificação como Estratégia de Engajamento e Motivação na Educação. *EaD em Foco*, v. 7, n. 2, 6, 2017.

DENNIS MALETICH JUNQUEIRA

22

**IMMUNOLOGICAL GAME  
(BIMGO) :  
ACTIVE METHODOLOGY  
FOR HIGHER EDUCATION**

TRANSLATOR  
VICTOR LAGE DE ARAUJO

## Introduction

Recent political, social and chiefly cultural changes have changed how students store, distribute and absorb information (HENGEMÜHLE, 2011). To keep up with the behavioral transitions inherent to the modern teaching-learning process, we have put that process under a new perspective based on freedom, innovation, and active involvement of learners to assume an autonomous subject (MACHADO; QUARESMA, 2019). Active methodologies stimulate the student to cooperative learning, aiming to encourage decision-making and produce interactive research, study and analysis processes (CHIARELLA et al., 2015).

As a gamification method of the teaching-learning process, bingo is a unique tool. Besides exposing students to a dynamic of targeted deepening of technical skills (*hard skills*), it is also convenient for enhancing *soft skills* not directly related to the student's specific training (ARAUJO; SANTOS; SILVA, 2019; MUNHOZ et al., 2016; SIQUIERE, 2020; SWIATKIEWICZ, 2014). The gamification methods result in an increasing of student engagement. They enhance their experience with information through an enjoyable and cooperative activity (BUNCHBALL INC, 2010; TOLOMEI, 2017).

### Undergraduate or postgraduate courses

The didactic sequence required for the Immunological Bingo method (BIMGO) applies to any curricular unit of any undergraduate or graduate courses, whose learning objectives require a lower level of cognition by Bloom's taxonomy (FERRAZ; BELHOT, 2010) – including verbs such as "remember" or "understand". In addition, it is mainly a tool to stimulate the simple memorization of terms or processes, without the need to applying them into a practical clinical case context.

The study of Immunology initially involves an extensive set of specific terms necessary for the development of students' technical skills in different areas of health

sciences. The memorization and understanding of such definitions are essential for applying and analyzing the content in a clinical context. Thus, using a *game*, such as BIMGO, may engrave fundamental concepts and direct deep immersion into the contents covered in the classroom, thus helping the teacher in the diagnostic evaluation of their students' learning.

## **Discipline**

BIMGO's proposal is appropriate for Basic Immunology subjects, as it seeks to rescue fundamental concepts without relating them to clinical situations. Therefore, that proposal can concern students of any health course, in the initial disciplines of their training, such as Principles of Immunology, Basic Immunology or Immune System.

## **The topic of the lesson**

The immune response plays a vital role in defending against infectious agents and any human malignant transformed cells (CRUVINEL et al., 2010; MACHADO et al., 2004). Any immune response involves recognizing the pathogen or other foreign material—so-called antigens—followed by preparing a reaction to eliminate them from the organism. In that second step, the build of a response eliminates the antigen from the organism. This multiplication also results in the development of memory cells—responsible for the secondary response against the invader—hat remain for long periods in the organism (MACHADO et al., 2004).

The topic related to the didactic sequence proposed here aims to address the immune response mediated by cells—the cellular immune response, and antibodies—the humoral immune response. It is a broad theme that brings up fundamental topics of immune response. Therefore, it is essential in constructing knowledge of undergraduate students of health sciences. It seeks to articulate the theme integrally,

avoiding fragmentation of knowledge in specific immune responses (cellular or humoral) since that is a complex system of concomitant bodily signaling.

## **Content**

It is up to the teacher to present the fundamental concepts of cellular and humoral immune response before applying the BIMGO method. It is possible to work the content starting from the analysis of a case or a text, followed by the *Team-Based Learning* (TBL) method, which also favors dynamic and collaborative learning (OLIVEIRA et al., 2018).

## **Objectives**

### *General objective*

- To resume the key concepts and definitions about the mechanisms of action of the cellular and humoral immune responses.

### *Specific objectives*

- To recognize the central cells taking part in the immune response.
- To get to know the functions of B and T lymphocytes and antigen-presenting cells.
- To get to know the fundamental characteristics of the adaptive immune response.
- To recognize essential molecules in the presentation of intracellular and extracellular antigens to the immune system.

## Methods

The BIMGO method requires prior preparation of the material for the class (Table 22.1). The teacher should prepare approximately 30 definitions—for which answer corresponds to a unique term related to the immune response. It is advisable to create simple sentences and short phrases, according to the examples below:

1. That molecule presents antigen to T-CD8+ (Tc) cells. **Term:** MHC class I.
2. A specific portion of the antigen that the immune system recognizes. **Term:** Epitope.

All the terms the teacher selects should have been focused on previous lessons before the method is applied and correspond to the learning objectives set for the study. Suitably prepare the BIMGO cards: on an A4 sheet of paper, create a 3 x 5 table with cells large enough for the students to write the terms inside.

Table 22.1: Steps for applying the Immunological Bingo method (BIMGO) related to teaching the cellular and humoral immune response.

Stage	Description	Duration
1) Preparation before the method: Definition of the terms of the BIMGO	Create 30 description sentences and the corresponding descriptor terms related to the cellular and humoral response, according to the learning objectives	60 min to 120 min
2) Preparation before the method: Making the BIMGO card	On an A4 sheet, create a 3 x 5 table	10 min

<p>3) During the method: Fill the cards with the terms chosen by the team</p>	<p>The teacher should ask students to organize themselves into two-student teams and fill out the card with 12 terms out of the 30 presented.</p>	<p>10 min</p>
<p>4) During the method: Drawing of definitions</p>	<p>The teacher presents one random definition and encourages students to recognize the associated term. The students mark an "X" on their cards.</p>	<p>60 min</p>

During the session, students should form pairs, and the teacher will distribute a card to each two-student team. On the board/slide, the teacher will list the 30 available terms and ask the pairs to choose 12 of them and write them randomly in the cells of the card.

To start the game, the teacher should present one of the previously prepared definitions and encourage the teams to look for the corresponding term answering that statement. If it is present on their cards, the students should mark an "X" on the words. The teacher should encourage students to discuss the answer among the students' pairs, and among teams. After the students select one term as an answer, the teacher presents the correct term and recalls its key characteristics, associating it with the cellular or humoral immune response. Besides recognizing the words, the teacher must relate them to the essential aspects of the immune response to achieve the method's specific objectives. That may be an opportunity to expand on a previously presented concept. The winner will be the student pair that marks an X on all the terms on the card.

## **Resources**

The method can benefit from the availability of multimedia resources. Some options include showing the questions on slides and presenting the corresponding answer terms through previously used slides in earlier lessons.

## **Evaluation**

After the activity ends, the teacher can carry out a diagnostic assessment, using 3 to 5 of the most comprehensive definitions already presented during BIMGO. Following the purpose of gamification, using the online tool *Kahoot* (<https://kahoot.com/schools-u/>) can provide an evaluation by enabling individual competition between students. The purpose of using this application is to verify the percentage of students who have preserved knowledge on fundamental concepts about the cellular and humoral immune response.

## **Conclusion**

The discussions held in each round of the BIMGO game reiterates fundamental concepts in immunology. That experience provides an opportunity for the exchange of knowledge and the cooperative study of the content by undergraduate students from different areas of health. The BIMGO method provides learning aid while students perform the activity by punctually resuming the specificity of the class objectives as topics—through the understanding of the concept drawing during training and through the insertion of the term in an immunological context. Teacher's explanation envisions that with the use of the board and slides. Next, the diagnostic evaluation will provide the teacher with information about the effectiveness of the learning and method. We recognize the meticulous care in the exhibition of the term answer by the teacher is fundamental for the success of the



method regarding the teaching-learning process since it is the formal moment of content resumption. Still, the method is adaptable for remote teaching—even though it is advisable that, in those cases, the students perform the dynamics individually.

## References

- ARAÚJO, C. C.; SANTOS, S. S. C. DOS; SILVA, M. DO S. F. DA. A ludicidade no processo de ensino e aprendizagem: o bingo geoambiental como ferramenta pedagógica na Geografia. *Geosaberes*, v. 10, n. 22, p. 91, 1, 2019.
- BUNCHBALL INC. Gamification 101: an introduction to the use of game dynamics to influence behavior. [s.l.: s.n.]. 2010.
- CHIARELLA, T. et al. A Pedagogia de Paulo Freire e o Processo Ensino-Aprendizagem na Educação Médica. *Revista Brasileira de Educação Médica*, v. 39, n. 3, p. 418–425, 2015.
- CRUVINEL, W. DE M. et al. Sistema imunitário: Parte I. Fundamentos da imunidade inata com ênfase nos mecanismos moleculares e celulares da resposta inflamatória. *Revista Brasileira de Reumatologia*, v. 50, n. 4, p. 434–447, 2010.
- FERRAZ, A. P. DO C. M.; BELHOT, R. V. Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais. *Gestão & Produção*, v. 17, n. 2, p. 421–431, 2010.
- HENGEMÜHLE, A. *Gestão de Ensino e Práticas Pedagógicas*. 7. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2011.
- MACHADO, A. DE B.; QUARESMA, F. R. P. Metodologia ativa no processo de ensino aprendizagem dos profissionais de saúde. *Revista Educação*, v. 14, n. 1, 2019.
- MACHADO, P. R. L. et al. Mecanismos de resposta imune às infecções. *Anais Brasileiros de Dermatologia*, v. 79, n. 6, p. 647–662, 2004.
- MUNHOZ, O. L. et al. Health Bingo Workshop: An Educational Experience in Health with Elderly Groups. *REME: Revista Mineira de Enfermagem*, v. 20, 2016.
- OLIVEIRA, B. L. C. A. DE et al. *Team-Based Learning* como Forma de Aprendizagem Colaborativa e Sala de Aula Invertida com Centralidade nos Estudantes no Processo Ensino-Aprendizagem. *Revista Brasileira de Educação Médica*, v. 42, n. 4, p. 86–95, 2018.
- SIQUIERE, D. C. Bingo: A utilização do jogo para consolidação do ensino de notação

científica em turmas do 8º ano. *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento.*, v. 8, n. 9, p. 166–174, 2020.

SWIATKIEWICZ, O. Competências transversais, técnicas ou morais: um estudo exploratório sobre as competências dos trabalhadores que as organizações em Portugal mais valorizam. *Cadernos EBAPE.BR*, v. 12, n. 3, p. 633–687, 2014.

TOLOMEI, B. V. A Gamificação como Estratégia de Engajamento e Motivação na Educação. *EaD em Foco*, v. 7, n. 2, 6, 2017.

The background of the entire page is a microscopic image of tissue, likely stained with hematoxylin and eosin (H&E). The image shows numerous dark, oval-shaped nuclei, some of which are arranged in a somewhat organized pattern, possibly representing a glandular or epithelial structure. The overall color palette is a mix of purple, pink, and red, with a dark, semi-transparent overlay that makes the text stand out.

BRUNO R. R. CAVALCANTE

23

**UTILIZAÇÃO DE  
FERRAMENTAS DE  
BIOINFORMÁTICA PARA  
O ENSINO DE  
IMUNOLOGIA TUMORAL**

## Introdução

O câncer é uma das principais doenças que ameaçam a saúde da população na atualidade e, devido ao envelhecimento, tabagismo e outros fatores, a incidência de câncer tem aumentado nos últimos anos (TORRE et al., 2015).

O processo que leva uma célula normal a se tornar uma célula maligna é resultado de mecanismos complexos e não completamente elucidados. A este processo, dá-se o nome de carcinogênese, durante a qual, as mutações se acumulam nos genes que controlam a proliferação celular e a morte celular programada, resultando em desregulação no crescimento. Em células normais, existem vários mecanismos que reparam de forma rápida e precisa o DNA mutado, ou eliminam a célula se o reparo não for possível. O câncer resulta apenas quando estes mecanismos falham ou fatores ambientais aumentam a taxa de mutação de tal forma que os mecanismos de reparo não conseguem acompanhar. Mutações deletérias então se acumulam, levando à expressão genética inadequada que leva, por sua vez, à transformação maligna.

A ideia de considerar o sistema imunológico como ferramenta no tratamento de doenças neoplásicas não é recente (OISETH; AZIZ, 2017). Neste contexto, a imunologia tumoral descreve a interação entre células do sistema imunológico com células tumorais. As células do sistema imunológico interagem e influenciam funcionalmente as células tumorais em todos os estágios de desenvolvimento do tumor e disseminação metastática (LI; STANGER, 2020). No cenário de um tumor em evolução, o sistema imunológico está provavelmente exposto a vários antígenos e, embora este sistema seja capaz de perceber e eliminar alguns tumores precocemente em seu desenvolvimento, alguns tumores escapam da imunovigilância (isto é, quando os antígenos associados a tumores são reconhecidos e direcionados pelo sistema imunológico para prevenir a carcinogênese), e tornam-se clinicamente significantes (OISETH; AZIZ, 2017; RAVAL et al., 2014).

A partir de uma compreensão mais completa sobre estes mecanismos de escape, pesquisadores e oncologistas têm realizado abordagens para intensificar o desenvolvimento de uma resposta imune robusta no hospedeiro portador de tumor (imunologia tumoral ativa) ou, alternativamente, para promover a imunidade por meio da transferência de células efectoras ativadas ou de anticorpos tumor-específicos ao hospedeiro portador de tumor (imunidade tumoral passiva). A compreensão da biologia do câncer aliado à maneira de como o sistema imunológico responde ao surgimento de tumores auxilia na descoberta de novas estratégias para imunoterapia oncológica.

### **Disciplina e tema da aula**

Temas em imunologia estão cada vez mais presentes no cotidiano social e, embora apresentem uma complexidade teórica, as metodologias ativas podem promover a construção do aprendizado de forma autônoma e profunda para os estudantes. A proposta de aprendizagem neste trabalho é voltada para o ensino da disciplina de Imunologia para estudantes de graduação na área da Saúde a partir do 4º semestre, uma vez que o aluno terá o conhecimento necessário para contextualizar os tópicos abordados com oncogenética e tratamentos oncológicos atuais.

Neste trabalho, o tema “imunologia tumoral” será abordado em face à constante atualização sobre o entendimento das bases imunológicas da oncologia e à busca de métodos terapêuticos mais eficazes contra o câncer. Além disso, torna-se pertinente a discussão sobre a atuação do sistema imune no microambiente tumoral para a compreensão de como o organismo lida com células aberrantes e de que forma a intervenção clínica (quimioterapia, radioterapia ou tratamentos combinados) pode auxiliar o paciente em seu prognóstico.

## **Conteúdo**

O livro de referência utilizado para a atividade será o “Imunologia celular e molecular”, de Abul K. Abbas e colaboradores, no qual o capítulo 17 será abordado. Os tópicos tratados serão os discriminados a seguir: antígenos tumorais, respostas imunológicas contra tumores, evasão de respostas imunológicas pelos tumores, imunoterapia para tumores e o papel do sistema imunológico na promoção do crescimento tumoral. Adicionalmente, o estudo poderá ser enriquecido a partir da leitura de artigos científicos que contemplem o assunto.

## **Objetivos**

### *Objetivos gerais*

- Definir os aspectos gerais da imunologia tumoral;
- Compreender as estratégias de evasão de respostas imunológicas pelos tumores;
- Promover a atualização científica sobre a imunoterapia para tumores.

### *Objetivos específicos*

- Capacitar os estudantes sobre o tema de imunologia tumoral;
- Estimular o aprendizado baseado em projeto sob os princípios de metodologia ativa;
- Promover a interação entre os estudantes e estimular o trabalho em equipe.

## Metodologia

O aprendizado tradicional tem desempenhado um papel predominante como modelo de aprendizagem ao estabelecer um fluxo unidirecional, no qual os professores são responsáveis pela transmissão do conhecimento diretamente aos alunos, que atuam como meros receptores da informação. Entretanto, algumas habilidades, dentre as quais se destacam as profissionais e as sociais, não são estimuladas durante o processo de construção do conhecimento e levam a uma compreensão limitada do conhecimento recém-adquirido.

Uma alternativa consiste em utilizar a Aprendizagem Baseada em Projetos (do inglês, *Project Based Learning*). Também conhecido pela sigla PBL, é uma metodologia de ensino ativa centrada no aluno, que se baseia em três princípios construtivistas: (1) a aprendizagem é específica a um contexto previamente definido, (2) os alunos são os atores no processo de aprendizagem e (3) os objetivos são alcançados por meio de interações sociais e compartilhamento de conhecimento (KOKOTSAKI; MENZIES; WIGGINS, 2016). Nesta metodologia, diferentemente do que ocorre no modelo convencional, os alunos têm a oportunidade de participar na resolução de problemas reais e na construção do conhecimento em contextos profissionais autênticos.

A metodologia PBL permite diversos formatos de uso e tem como premissa a entrega de um produto final, conjuntamente com a apresentação do projeto. Neste trabalho, propõe-se a utilização de ferramentas de bioinformática aplicadas à uma situação-problema na área de oncologia. Inicialmente, os estudantes serão organizados em grupos de 3-5 pessoas com a tarefa de responder três perguntas científicas sobre um tipo específico de câncer de relevância mundial:

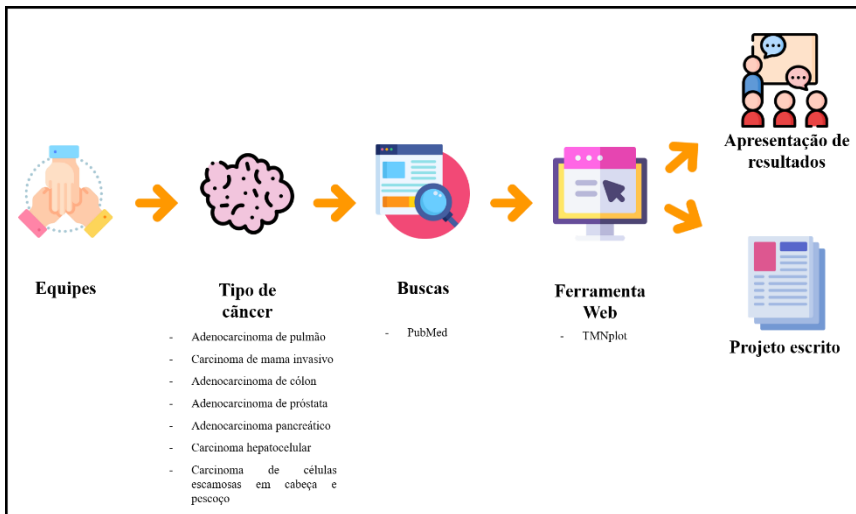
(1) “De que forma as alterações genéticas contribuem, especificamente, para o estabelecimento do tumor?”

(2) “Como as células do sistema imune agem durante a progressão do tumor?”

(3) “De acordo com o conhecimento obtido, quais seriam as alternativas terapêuticas para pacientes com o câncer estudado?”

O desenho metodológico está descrito na Figura 23.1. Brevemente, cada grupo receberá um roteiro de estudos e será responsável por responder as perguntas científicas sobre uma das seguintes neoplasias malignas: (A) adenocarcinoma de pulmão, (B) carcinoma de mama invasivo, (C) adenocarcinoma de cólon, (D) adenocarcinoma de próstata, (E) adenocarcinoma pancreático, (F) carcinoma hepatocelular e (G) carcinoma de células escamosas em cabeça e pescoço.

Figura 23.1: Desenho metodológico utilizando a Aprendizagem Baseada em Projeto como metodologia ativa.

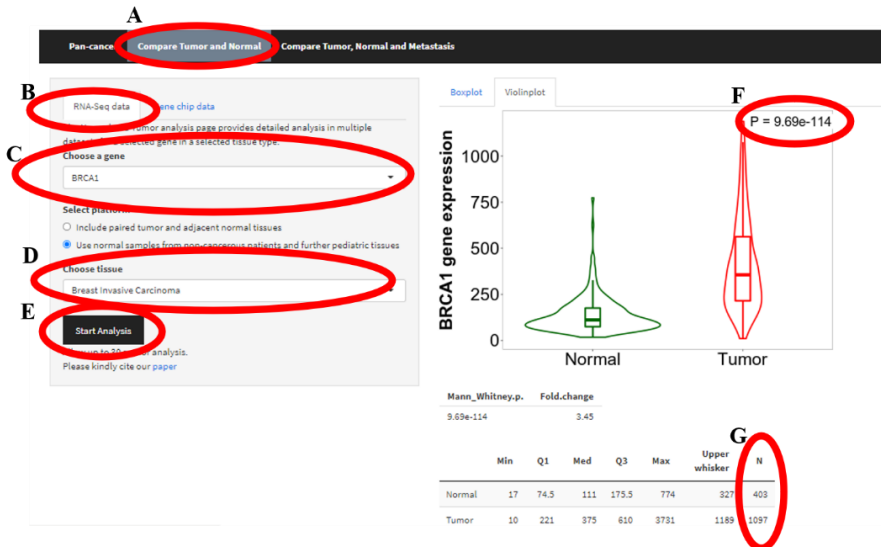


As equipes deverão utilizar as buscas avançadas na plataforma online PubMed, relacionando o tipo de câncer e os principais genes mutados para o tumor. Em seguida, deverão usar a ferramenta da web TMNplot para a comparação da expressão gênica em tecidos normais, tumorais e metastáticos (BARTHA; BALÁZS, 2021), conforme mostrado na Figura 23.2. Os critérios a serem considerados serão: comparação da expressão gênica entre tecidos normais e tumores, quantidade de



amostras e significância estatística.

Figura 23.2 Representação da ferramenta web TMNplot. (A-E) Etapas de configuração para genes e tumores específicos. (F) Informação de significância estatística. (G) Número de amostras para cada tecido normal e tumor.



A metodologia proposta deverá ser realizada em duas aulas, com intervalo de 15 dias entre elas. Na primeira aula, o professor será responsável realizar uma explicação resumida sobre o assunto com apresentação expositiva em sala de aula, bem como a aplicação de um estudo dirigido e orientações acerca do projeto. No estudo dirigido, os principais tópicos referentes ao conteúdo deverão ser abordados de maneira que auxilie o estudante no aprendizado sobre o tema e no seu desempenho na dinâmica. O estudo dirigido irá compor a forma de como o professor irá avaliar a participação dos alunos.

Na segunda aula, cada equipe de estudantes deverá fazer uma breve apresentação expositiva entre 5-10 minutos sobre cada tipo de câncer juntamente com a entrega do projeto em formato simples de artigo científico (introdução, objetivo, metodologia, resultados, discussão, conclusão e referências).

## **Avaliação**

A avaliação do aprendizado será realizada pelo professor contemplando o desempenho dos estudantes nas apresentações expositivas e a qualidade do projeto final escrito.

## **Recursos**

Os recursos básicos para esta sequência didática envolvem a preparação de um estudo dirigido, seleção de artigos científicos, projetor para a aula expositiva, roteiro com orientações para utilização das ferramentas de bioinformática e dispositivo eletrônico com conexão à internet.

## **Conclusão**

Novas abordagens de ensino auxiliam na construção do aprendizado necessário para a formação de estudantes. O tema proposto aqui, “imunologia tumoral”, além de ter grande relevância global, está sob constante renovação do conhecimento em resposta às atualizações científicas.

A proposta didática utilizando a Aprendizagem Baseada em Projetos surge como uma alternativa aos métodos convencionais de ensino, utilizando a tecnologia para ajudar os alunos a se envolverem em questões relevantes para suas vidas. A experiência proposta permite que os alunos usem seus conhecimentos de forma aplicada, simulando a atuação profissional de pesquisadores científicos, além de promover o ganho de experiências de pesquisa em uma área específica do conhecimento, transformando os alunos em pensadores independentes engajados e interessados.

## Referências

- ABBAS, Abul K.; LICHTMAN, Andrew H.; PILLAI, Shiv. *Imunologia celular e molecular*. Elsevier, 7. ed., p. 389-405, 2011.
- BARTHA, Áron; BALÁZS, Gyórfy. TNMplot . com : A Web Tool for the Comparison of Gene Expression in Normal , Tumor and Metastatic Tissues. *International Journal of Molecular Sciences*, [S. l.], v. 22, n. 5, p. 2622, 2021.
- KOKOTSAKI, Dimitra; MENZIES, Victoria; WIGGINS, Andy. Project-based learning: A review of the literature. *Improving Schools*, [S. l.], v. 19, n. 3, p. 267-277, 2016. DOI: 10.1177/1365480216659733.
- LI, Jinyang; STANGER, Ben Z. How tumor cell dedifferentiation drives immune evasion and resistance to immunotherapy. *Cancer Research*, [S. l.], v. 80, n. 19, p. 4037-4041, 2020. DOI: 10.1158/0008-5472.CAN-20-1420.
- OISETH, Stanley J.; AZIZ, Mohamed S. Cancer immunotherapy: a brief review of the history, possibilities, and challenges ahead. *Journal of Cancer Metastasis and Treatment*, [S. l.], v. 3, n. 10, p. 250, 2017. DOI: 10.20517/2394-4722.2017.41.
- RAVAL, Raju; SHARABI, Andrew B.; WALKER, Amanda J.; DRAKE, Charles G.; SHARMA, Padmanee. Tumor immunology and cancer immunotherapy: Summary of the 2014 SITC primer. *Journal for ImmunoTherapy of Cancer*, [S. l.], v. 3, n. 1, p. 1-11, 2014. DOI: 10.1186/s40425-015-0072-2.
- TORRE, Lindsey A.; BRAY, Freddie; SIEGEL, Rebecca L.; FERLAY, Jacques; LORTET-TIEULENT, Joannie; JEMAL, Ahmedin. *Global cancer statistics, 2012*. CA: *A Cancer Journal for Clinicians*, [S. l.], v. 65, n. 2, p. 87-108, 2015. DOI: 10.3322/caac.21262.

A microscopic image of tissue, likely stained with hematoxylin and eosin (H&E), showing numerous dark purple nuclei and pinkish cytoplasm/extracellular matrix. The image is overlaid with a dark purple semi-transparent layer.

BRUNO R. R. CAVALCANTE

24

**USE OF  
BIOINFORMATICS  
TOOLS IN TUMOR  
IMMUNOLOGY  
TEACHING**

TRANSLATOR  
FELIPE SALOMÉ BINI

## Introduction

Cancer is one of the major conditions that currently threaten public health, and as a result of aging, smoking, and other factors, its incidence has increased in recent years (TORRE et al., 2015).

The process that turns a normal cell into a malignant cell is a result of mechanisms that are both complex and not fully understood. During this process, called carcinogenesis, mutations accumulate in genes that control cell proliferation and programmed cell death, which results in dysregulation in growth. In normal cells, several mechanisms quickly and accurately repair the mutated DNA or kill the cell if repair is not possible. Cancer only occurs when these mechanisms fail or environmental factors increase the mutation rate to such an extent that the repair mechanisms cannot keep up. Deleterious mutations then accumulate, leading to inappropriate gene expression which in turn leads to malignant transformation.

The notion that the immune system should be viewed as a tool for the treatment of neoplastic diseases is not a new one (OISETH; AZIZ, 2017). Within this context, tumor immunology describes the interaction between cells of the immune system and tumor cells. Immune cells interact with and functionally influence tumor cells at every stage of tumor development and metastatic dissemination (LI; STANGER, 2020). Within an evolving tumor scenario, the immune system is probably exposed to several antigens, and although the system is able to detect and destroy some tumors early in their development, some of them escape immunosurveillance (i.e., when tumor-associated antigens are recognized and directed by the immune system to prevent carcinogenesis), and become clinically significant (OISETH; AZIZ, 2017; RAVAL et al., 2014).

Through a more complete understanding of these escape mechanisms, researchers and oncologists have been taking approaches to enhance the development of a robust immune response in the tumor-bearing host (active tumor

immunotherapy) or, alternatively, to promote immunity through the transfer of activated effector cells or tumor-specific antibodies to the tumor-bearing host (passive tumor immunity). Understanding cancer biology and how the immune system responds to the emergence of tumors helps in the discovery of new strategies for oncology immunotherapy.

### **Class subject and topic**

Topics in immunology are increasingly present in societal everyday life and, even though they are theoretically complex, active methodologies can promote the construction of learning in an autonomous and deep way for students. The learning proposal in this work is directed to the teaching of Immunology to undergraduate students in the health area from the 4th semester onward since the student will have the necessary knowledge to contextualize the topics covered with oncogenetics and current oncological treatments.

In this work, the “tumor immunology” topic will be addressed in view of ongoing updates on the understanding of the immunological bases of oncology and the search for more effective therapeutic methods against cancer. Furthermore, discussing the role of the immune system in the tumor microenvironment becomes relevant to the understanding of how the body deals with aberrant cells and in which ways clinical intervention (chemotherapy, radiotherapy, or combined treatments) can help patients with their prognosis.

### **Contents**

The reference book used for the activity will be “Cellular and Molecular Immunology”, by Abul K. Abbas and collaborators, of which chapter 17 will be addressed. The following topics will be covered: tumor antigens, immune responses against tumors, tumor immune evasion, tumor immunotherapy, and the role of the

immune system in promoting tumor growth. Additionally, the study may be enhanced by the reading of scientific articles that address the subject.

## **Objectives**

### *General objectives*

- Define the general aspects of tumor immunology;
- Understand the immune evasion strategies of tumors;
- Promote scientific updates on immunotherapy for tumors.

### *Specific objectives*

- Train students on the topic of tumor immunology;
- Encourage project-based learning under the principles of active methodologies;
- Promote interaction among students and encourage teamwork.

## **Methodology**

Traditional learning has played a prevalent role as a learning model by establishing a unidirectional flow, in which it falls to teachers to convey knowledge directly to students, who act as mere receivers of information. Nonetheless, some skills, among which professional and social ones stand out, are not encouraged during the knowledge-building process and lead to a limited understanding of the newly acquired knowledge.

An alternative is the use of Project-Based Learning. Also, known by the acronym PBL, it is an active student-centered teaching methodology based on three constructivist principles: (1) learning is context-specific, (2) learners are involved actively in the learning process, and (3) goals are achieved through social interactions

and the sharing of knowledge (KOKOTSAKI; MENZIES; WIGGINS, 2016). In this methodology, unlike in the conventional model, students have the opportunity to participate in real-world problem solving and the construction of knowledge in authentic professional contexts.

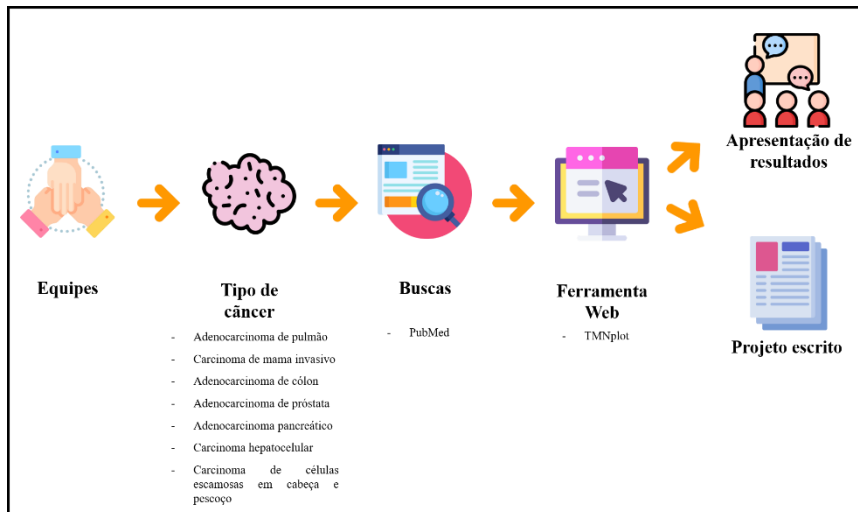
The PBL methodology admits various usage formats and is premised on the delivery of a final product in conjunction with the presentation of the project. In this work, we propose the use of bioinformatics tools applied to a problem scenario in the oncology field. Initially, students will be organized into groups of 3-5 with the task of answering three scientific questions about a specific type of cancer of worldwide relevance:

- (1) "How do genetic alterations specifically contribute to tumor establishment?"
- (2) "How do immune system cells act during tumor progression?"
- (3) "According to the acquired knowledge, what would be the therapeutic alternatives for patients with studied cancer?"

The methodological design is described in Figure 24.1. Soon, each group will receive a study guide and will be responsible for answering scientific questions about one of the following malignancies: (A) lung adenocarcinoma, (B) invasive breast carcinoma, (C) colon adenocarcinoma, (D) prostate adenocarcinoma, (E) pancreatic adenocarcinoma, (F) hepatocellular carcinoma, and (G) squamous cell carcinoma of the head and neck.

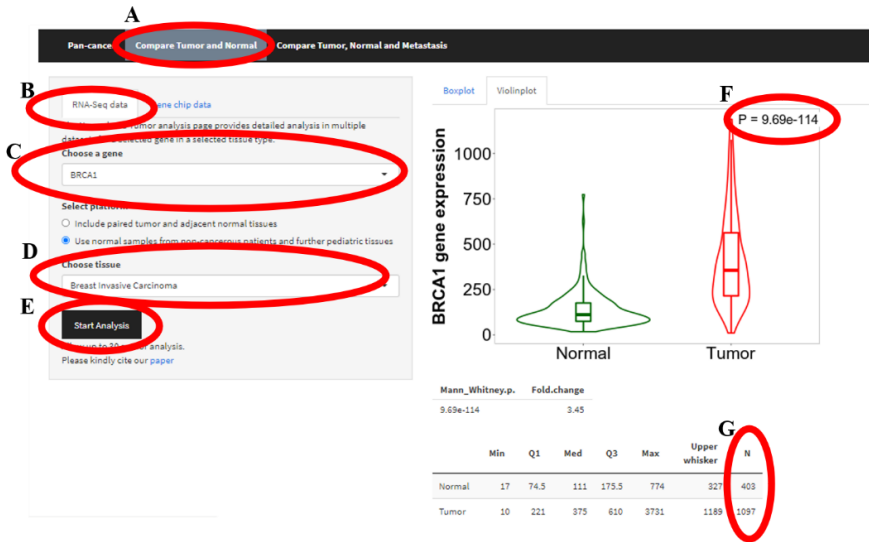


Figura 24.1: Methodological design using Project-Based Learning as an active methodology.



Teams must use advanced searches on the PubMed online platform, listing the type of cancer and the key mutated genes for the tumor. Subsequently, they must use the TMNplot web tool to compare gene expression in normal, tumor, and metastatic tissue (BARTHA; BALÁZS, 2021), as shown in Figure 24.2. The criteria to be considered will be comparison of gene expression between normal tissues and tumors, number of samples and statistical significance.

Figura 24.2 Representation of the TMNplot web tool. (A-E) Setup steps for specific genes and tumors. (F) Statistically significant information. (G) Number of samples for each normal tissue and tumor.



The proposed methodology must be conducted in two classes with a 15-day interval. In the first class, the professor will be responsible for delivering a brief explanation on the subject with an expository presentation in the classroom, as well as the application of a directed study and guidelines about the project. In the directed study, the main topics related to the content will be addressed in a way that helps the student in learning about the subject and in their performance in the activity. The directed study will comprise how the professor will assess student participation.

In the second class, each team of students will deliver a brief 5–10-minute expository presentation on each type of cancer, in addition to delivering the project in a simple scientific article format (introduction, objective, methodology, results, discussion, conclusion, and references).

## **Assessment**

The professor will conduct the learning assessment considering student performance in expository presentations and the quality of the final written project.

## **Resources**

The basic resources for this didactic sequence are the preparation of a directed study, the choosing of scientific articles, a projector for the lecture, a script with guidelines for the use of bioinformatics tools, and an electronic device with an internet connection.

## **Conclusion**

New teaching approaches assist in the construction of the learning that students need in their formation. The proposed topic, "tumor immunology", aside from having huge global relevance, is under constant renewal of knowledge as a response to scientific updates.

Didactic sequence using Project-Based Learning emerge as an alternative to conventional teaching methods, with the use of technology to help students engage in issues that are relevant to their lives. The proposed experience allows students to use their knowledge in an applied approach, simulating the professional conduct of scientific researchers, as well as promoting the gain of research experiences in a specific area of knowledge, transforming students into engaged and interested independent thinkers.

## **References**

ABBAS, Abul K.; LICHTMAN, Andrew H.; PILLAI, Shiv. *Imunologia celular e molecular*. Elsevier, 7. ed., p. 389-405, 2011.

- BARTHA, Áron; BALÁZS, Györfy. TNMplot.com : A Web Tool for the Comparison of Gene Expression in Normal, Tumor and Metastatic Tissues. *International Journal of Molecular Sciences*, [S. l.], v. 22, n. 5, p. 2622, 2021.
- KOKOTSAKI, Dimitra; MENZIES, Victoria; WIGGINS, Andy. Project-based learning: A review of the literature. *Improving Schools*, [S. l.], v. 19, n. 3, p. 267–277, 2016. DOI: 10.1177/1365480216659733.
- LI, Jinyang; STANGER, Ben Z. How tumor cell dedifferentiation drives immune evasion and resistance to immunotherapy. *Cancer Research*, [S. l.], v. 80, n. 19, p. 4037–4041, 2020. DOI: 10.1158/0008-5472.CAN-20-1420.
- OISETH, Stanley J.; AZIZ, Mohamed S. Cancer immunotherapy: a brief review of the history, possibilities, and challenges ahead. *Journal of Cancer Metastasis and Treatment*, [S. l.], v. 3, n. 10, p. 250, 2017. DOI: 10.20517/2394-4722.2017.41.
- RAVAL, Raju; SHARABI, Andrew B.; WALKER, Amanda J.; DRAKE, Charles G.; SHARMA, Padmanee. Tumor immunology and cancer immunotherapy: Summary of the 2014 SITC primer. *Journal for ImmunoTherapy of Cancer*, [S. l.], v. 3, n. 1, p. 1–11, 2014. DOI: 10.1186/s40425-015-0072-2.
- TORRE, Lindsey A.; BRAY, Freddie; SIEGEL, Rebecca L.; FERLAY, Jacques; LORTET-TIEULENT, Joannie; JEMAL, Ahmedin. Global cancer statistics, 2012. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*, [S. l.], v. 65, n. 2, p. 87–108, 2015. DOI: 10.3322/caac.21262.

RENATA KELLY DE FREITAS MANO  
JOSÉ JARDSON NASCIMENTO DE  
OLIVEIRA

25

**FUNDAMENTOS DO  
IMUNOMETABOLISMO:  
IMPLICAÇÕES PARA A  
SAÚDE E DOENÇAS  
METABÓLICAS**

## Introdução

As reações metabólicas que promovem o gerenciamento de energia para todas as funções biológicas são essenciais para a manutenção da vida. Além disso, também foi indispensável o desenvolvimento do sistema imunológico para proteção contra agressões e sobrevivência da espécie. Assim, metabolismo e imunidade estão interligados pelo menos há alguns bilhões de anos, ou seja, desde o início da vida (HOTAMISLIGIL, 2017).

Historicamente, um dos primeiros *insights* sobre as conexões moleculares entre imunidade e metabolismo vieram de estudos realizados em meados da década de 1980, os quais observaram que macrófagos incubados com LPS (lipopolissacarídeo) poderiam induzir resistência à captação de glicose induzida por insulina e expressão da enzima lipase lipoproteica em adipócitos (MAHONEY et al., 1985; PEKALA et al., 1983).

Os estudos dessa íntima relação entre metabolismo e imunologia expandiram no final do século XIX com o surgimento da epidemia global de obesidade, fazendo, assim, emergir o Imunometabolismo como uma área que busca: 1) compreender o papel do metabolismo intracelular e sistêmico na regulação do sistema imunológico; 2) investigar os efeitos das células do sistema imunológico em órgãos que regulam o metabolismo, como o tecido adiposo e o fígado (LERCHER et al., 2020; PEARCE E PEARCE, 2013).

## Curso

Essa proposta destina-se aos cursos de graduação da área da saúde (nutrição, farmácia, enfermagem, medicina, biomedicina, fisioterapia, ciências biológicas, odontologia e demais áreas da saúde).

Uma vez que o imunometabolismo é definido como a capacidade do sistema imunológico se comunicar e coordenar a homeostase metabólica, torna-se

indispensável proporcionar o entendimento, aos estudantes da área da saúde, de conceitos básicos e avançados de como o metabolismo influencia a resposta imune e como componentes imunológicos alteram o metabolismo sistêmico.

O estudo do imunometabolismo contribuirá para a atuação profissional uma vez que proporcionará a compreensão da fisiopatologia de diversas doenças metabólicas, doenças autoimunes e infecções, auxiliando na abordagem e condutas. Em relação à produção científica, esse estudo proporcionará novas pesquisas que visem elucidar mecanismos bioquímicos e moleculares que governam o metabolismo e modulam a resposta imunológica, além de permitir superar os desafios de projetar estratégias eficazes de prevenção de doenças e terapêuticas na interface imune:metabólica para melhorar a saúde humana.

## **Disciplina**

A temática proposta pode ser aplicada na disciplina de Imunologia ministrada no segundo semestre após ter sido aplicada a disciplina de Bioquímica para que se tenha a compreensão das vias metabólicas que serão discutidas.

Essa escolha da disciplina baseia-se no princípio de que serão discutidas alterações imunológicas tanto do sistema imune inato como adaptativo que já são abordadas na disciplina em questão, portanto, a temática proposta se configura como uma abordagem prática e atual para os conceitos básico discutidos dentro da grande área da imunologia.

## **Tema da aula**

A temática da aula intitula-se: Imunometabolismo, na qual serão discutidos os seguintes aspectos:

1. Cronologia e conceito de Imunometabolismo.
2. Tecido adiposo como órgão endócrino e imunológico.

3. Inflamação e doenças crônicas.
4. Resposta imune na obesidade.
5. Resposta imune no diabetes tipo 2.

A percepção de que a inflamação crônica de baixo grau é uma característica da obesidade, diabetes tipo 2, doença cardiovascular e esteatose hepática não alcoólica, permitiu identificar populações de células imunes residentes e mediadores no tecido adiposo que realçam a comunicação dinâmica entre o sistema imunológico e adipócitos.

Essa estreita interação entre processos imunológicos e metabólicos tem profundos efeitos sobre a homeostase metabólica local, que, subsequentemente, exerce um impacto no metabolismo de todo o corpo, impulsionado também por alterações no fígado, músculo, cérebro e pâncreas, culminando em aumento da susceptibilidade à diabetes tipo 2, doenças cardiovasculares, doenças autoimunes e câncer.

Diante disso, torna-se imprescindível a abordagem de uma temática atual e que possui grande relevância já que vivemos uma epidemia mundial de obesidade, associada ao surgimento de doenças crônicas não-transmissíveis que contribuem para o agravamento de diversas outras patologias. Portanto é indispensável o estudo do tema para compreender aspectos metabólicos e imunológicos dentro do quadro clínico das doenças e infecções.

## **Conteúdo**

Esta aula irá focar nos mecanismos moleculares que governam o metabolismo e interferem no funcionamento das células imunes; nas vias metabólicas e imunológicas se cruzam em vários níveis e na regulação da resposta imune por várias vias de sinalização hormonal que envolvem receptores específicos e adipocinas como PPARs, LXRs, leptina, grelina, adiponectina, RBP4, dentre outros que serão



discutidos. Finalmente, o conceito de imunometabolismo será aplicado a algumas condições patológicas como obesidade e diabetes tipo 2.

## **Objetivos**

### *Objetivo Geral*

- Apresentar e discutir em grupo, de maneira introdutória, o Imunometabolismo como eixo central da intersecção entre Imunologia e Metabolismo.

### *Objetivos Específicos*

- Demonstrar as possíveis áreas nas quais o Imunometabolismo pode ser aplicado e incentivar a construção e apresentação de mapa conceitual sobre o tema.
- Apresentar os principais mecanismos imunes e metabólicos que interagem nas doenças metabólicas e discutir, por meio de seminário, esses mecanismos em doenças metabólicas específicas.
- Discorrer sobre a influência do metabolismo na resposta imune e submeter a turma ao Exame Clínico Objetivo Estruturado (OSCE - *Objective Structured Clinical Examination*).

## **Metodologia**

A metodologia para exposição da temática será composta das seguintes etapas:

1. Aula expositiva com o uso de *slides* confeccionados em *Power Point* no qual serão demonstrados por meio de imagens os mecanismos moleculares e bioquímicos que estão envolvidos na interação metabolismo/imunologia. Ao final da aula será

estimulada a confecção e apresentação de mapas conceituais nos quais serão discutidos as definições básicas de imunologia e metabolismo, de maneira gráfica, estruturada e conectada.

2. Nessa etapa de apresentação dos principais mecanismos imunes e metabólicos em doenças metabólicas, será disponibilizado, previamente, uma bibliografia direcionada para que seja lida e, no dia da aula, esses aspectos sejam avaliados por meio da utilização da ferramenta *Kahoot!*<sup>®</sup> (ferramenta gratuita de gamificação na qual os alunos tem o seu conhecimento avaliado por meio de perguntas e ranqueamento de um pódio). Ao final, serão discutidas as questões apresentadas e explicitadas as dúvidas quando existentes.

3. Para auxiliar na fixação do conhecimento sobre Imunometabolismo, os alunos apresentarão seminários sobre doenças metabólicas, em uma aula subsequente, com temática relevante e atual proveniente de artigos científicos, disponibilizados previamente pelo professor, que abordem as patologias.

4. Mediante os conhecimentos obtidos em aulas anteriores, os alunos serão submetidos ao Exame Clínico Objetivo Estruturado (OSCE), no qual passarão pelo esquema de estações que contenham simulações de pacientes com doenças imunometabólicas e os estudantes proponham soluções para os mesmos (exames clínicos, anamnese direcionada, farmacoterapia correta e conduta pertinente).

## **Recursos**

Serão utilizados para o desenvolvimento da aula artigos científicos publicados em periódicos como *Nature*, *Cell*, *Nature immunology*, *Cell metabolism*, *Immunity*, dentre outros. Os artigos serão disponibilizados previamente via e-mail e estes deverão ser trazidos impressos ou em algum recurso tecnológico como *tablet*, celular ou *notebook*.

## Avaliação

Será considerada a metodologia de *Team-Based Learning* (TBL), na qual serão utilizados artigos recentes, previamente disponibilizados, para responder um questionário de forma inicialmente individual e, posteriormente, o mesmo questionário será respondido e discutido em times sem alterar as respostas individuais. Ao final, o gabarito oficial será disponibilizado e o professor estará à disposição para sanar eventuais dúvidas levantadas na discussão.

O conteúdo também será avaliado através da apresentação e discussão dos seminários e construção dos mapas conceituais.

## Conclusão

O Imunometabolismo está na fronteira para muitos novos alvos terapêuticos com a finalidade de controlar células imunes e metabolismo corporal em muitas doenças, incluindo câncer, diabetes, obesidade e sepse, entre outras.

A percepção de que a inflamação crônica de baixo grau é uma característica de obesidade, diabetes tipo 2, doença cardiovascular e esteatose hepática não alcoólica permitiu identificar populações de células imunes residentes e mediadores no tecido adiposo que realçam a comunicação dinâmica entre os sistema imunológico e adipócitos (KOHLGRUBER et al., 2016).

No entanto, o órgão metabólico mais bem estudado sob o controle do sistema imunológico é o tecido adiposo, que longe de ser apenas um depósito de armazenamento de energia, é também um órgão endócrino e um órgão imunológico secundário com uma composição única de células imunes e citocinas.

O tecido adiposo é conhecido por conter leucócitos agregados denominados "manchas leitosas", que foram descritos pela primeira vez no omento humano em 1874. Sabe-se que a obesidade leva a alterações imunológicas derivadas da modulação tanto do sistema imune inato como adaptativo e promove o

desenvolvimento de anormalidades metabólicas, culminando em aumento da susceptibilidade à diabetes tipo 2, doenças cardiovasculares, doenças autoimunes e câncer.

Portanto, é imprescindível que em temas complexos e atuais como o Imunometabolismo sejam empregadas metodologias ativas com utilização de ferramentas que tornem o estudo mais dinâmico e aplicado na prática clínica. Isso avalia as competências e habilidades adquiridas ao longo da temática.

### Referências

- HOTAMISLIGIL, G.S. Foundations of Immunometabolism and Implications for Metabolic Health and Disease. **Immunity**, v.47, n.3 p.406-420, 2017.
- Lercher A, Baazim H, Bergthaler A. Systemic Immunometabolism: Challenges and Opportunities. **Immunity**, v.53, n.3, p. 496-509, 2020.
- MAHONEY, J.R et al. Lipopolysaccharide-Treated Raw 264.7 Cells Produce a Mediator That Inhibits Lipoprotein Lipase in 3t3-L1 Cells. **Journal of immunology**, v.134, p.1673–1675, 1985.
- PEARCE, E.L.; PEARCE, E.J. Metabolic Pathways In Immune Cell Activation And Quiescence. **Immunity**, v.38, n.4, p. 633-643, 2013.
- PEKALA, P. et al. Studies of Insulin Resistance in Adipocytes Induced by Macrophage Mediator. **The Journal of experimental medicine**, v.157, p.1360–1365, 1983.

RENATA KELLY DE FREITAS MANO  
JOSÉ JARDSON NASCIMENTO DE  
OLIVEIRA

26

**FOUNDATIONS OF  
IMMUNOMETABOLISM:  
IMPLICATIONS FOR  
METABOLIC HEALTH  
AND DISEASE**

TRANSLATOR  
LAURA BOCCO

## **Introduction**

The metabolic reactions that promote energy management for every biological function are essential for life maintenance. In addition, the development of the immune system was essential for the protection against environmental insults and for the survival of the species. Thus, metabolism and immunity have been interwoven for at least a few billion years —in other words, since the beginning of life (HOTAMISLIGIL, 2017).

Historically, one of the first insights on molecular connections between immunity and metabolism came from studies carried out in the mid-1980s that observed that macrophages incubated with LPS (lipopolysaccharides) could induce resistance to insulin-induced glucose uptake and lipoprotein lipase enzyme expression in adipocytes (MAHONEY ET et al., 1985; PEKALA et al., 1983).

The studies of that intimate relationship between metabolism and immunology developed by the end of the 19th century with the emergence of the global obesity epidemic, bringing forward Immunometabolism as a field that aims at: 1) understanding the role of intracellular and systemic metabolism in the regulation of the immune system; 2) investigating the effects of the immune system cells on organs that regulate metabolisms, such as the adipose tissue and the liver cells (LERCHER et al., 2020; PEARCE E.; PEARCE, 2013).

## **Course**

This proposal has been created for health sciences undergraduate courses (Nutrition, Pharmacy, Nursing, Biomedicine, Physical Therapy, Biological Sciences, Odontology and other health fields).

Since immunometabolism is defined as the immune system's ability to communicate and coordinate metabolic homeostasis, it is crucial to offer Health Sciences students with the understanding of basic and advanced concepts on how

metabolism influences the immune response and how immunology components affect systemic metabolism.

The study of immunometabolism will contribute to their professional practice, since it will provide the understanding of the pathophysiology of several metabolic conditions, autoimmune diseases and infections, leading to better approaches and measures. Regarding scientific production, this study will provide new research that aims at elucidating the biochemical and molecular mechanisms that control metabolism and modulate the immune response, in addition to helping overcome the challenges of designing efficient strategies for disease prevention and treatment of the immune-metabolic interface to improve human health.

### **Discipline**

The subject proposed can be applied within the discipline of Immunology offered in the second semester after students have taken the Biochemistry discipline, so they can understand the metabolic pathways that will be discussed.

The choice for this discipline is based on the fact that there will be a discussion about immune changes both in the innate and the adaptive immune system, which are already covered in this discipline, and therefore the suggested topic is a practical and current approach for the essential concepts discussed within the larger field of immunology.

### **Class topic**

The class topic is Immunometabolism, and the following aspects will be discussed:

1. Immunometabolism chronology and concept.
2. The adipose tissue as an endocrine and immune organ.
3. Inflammation and chronic diseases.

4. Immune response in obesity.
5. Immune response in type 2 diabetes.

The perception that chronic low-grade inflammation is a characteristic of obesity, type 2 diabetes, cardiovascular disease, and non-alcoholic fatty liver disease allowed to identify resident immune cell populations and mediators present in the adipose tissue that highlight the dynamic communication between the immune system and the adipocytes.

That close interaction between immune and metabolic processes has a deep impact on local metabolic homeostasis, which in its turn impacts the metabolism of the entire body, driven also by changes in the liver, muscle, brain and pancreas, culminating in an increase of susceptibility to type 2 diabetes, cardiovascular diseases, autoimmune diseases, and cancer.

In face of that, it is essential to cover relevant and current topics, since we experience a global epidemic of obesity, associated with the emergence of non-communicable chronic diseases that contribute to the worsening of several other pathologies. Therefore, it is essential to study the subject to understand metabolic and immune aspects within the clinical framework of diseases and infections.

## **Content**

This class will focus on the molecular mechanisms that control metabolism and affect the functioning of immune cells, the metabolic and immunologic pathways that intersect in several levels, and the regulation of the immune response through several hormonal signaling pathways that include specific receptors and adipokines such as PPARs, LXRs, leptin, ghrelin, adiponectin, RBP4, among others that will be further discussed. Finally, the concept of immunometabolism will be applied to several pathological conditions such as obesity and type 2 diabetes.



## Objectives

### *General objective*

- To present and discuss in groups, as an introduction, Immunometabolism as the central axis of the intersection between Immunology and Metabolism.

### *Specific objectives*

- To demonstrate the possible fields in which Immunometabolism can be applied and to foster the development and presentation of a conceptual map on the subject.
- To introduce the main immune and metabolic mechanisms that interact in metabolic diseases and discuss these mechanisms in specific metabolic diseases within seminar presentations.
- To present to the class the influence of metabolism in immune response and administer the Objective Structured Clinical Examination (OSCE) to the students.

## Methods

The methods to present this subject will be structured in the following stages:

1. Presentation using Microsoft PowerPoint slides to show the molecular and biochemical mechanisms involved in the metabolism-immunology interaction. By the end of the class, the students will build and present conceptual maps where they should include the essential definitions of immunology and metabolism, in a graphic, structured and relevant way.

2. In this stage of presentation of the main immune and metabolic mechanisms in metabolic diseases, the students will previously receive specific literature to be

read and these aspects will be evaluated in the class with the Kahoot tool (gamification free tool in which the students have their knowledge assessed through questions and ranking). In the end, the questions presented will be discussed and the doubts, if any, will be answered.

3. In order to help students retain information on Immunometabolism, they will present seminars on metabolic diseases in a subsequent class, with relevant and current topics from scientific papers—previously offered by the professor—that will cover the pathologies.

4. With the knowledge learnt in the previous classes, the students will undergo the OSCE, moving through the stations that contain patient simulations with immunometabolic diseases and suggesting solutions for them (clinical exams, problem-specific history, correct pharmacotherapy and pertinent conduct).

## **Resources**

Scientific papers published in journals such as *Nature*, *Cell*, *Nature immunology*, *Cell metabolism*, *Immunity*, among others, will be used for the development of the classes. The articles will be previously available through e-mail and they should be brought to class either printed or in electronic format, such as in a tablet, mobile phone or notebook.

## **Assessment**

The Team-Based Learning methodology will be used for the assessment of the students, using recent articles, previously available, to answer a quiz, first individually and then the same questions will be answered and debated in teams without altering individual answers. In the end, the official answers will be provided and the professor will be available for any questions that appear during the debate.

The content will be also assessed through the presentation and discussion of

the seminars and the development of the conceptual maps.

## Conclusion

Immunometabolism is at the forefront of science for many new therapeutic targets to control immune cells and body metabolism in many medical conditions, including cancer, diabetes, obesity, and sepsis, among others.

The perception that the chronic low-grade inflammation is a characteristic of obesity, type 2 diabetes, cardiovascular disease and non-alcoholic fatty liver disease allowed to identify resident immune cell populations and mediators present in the adipose tissue that highlight the dynamic communication between the immune system and the adipocytes (KOHLGRUBER et al., 2016).

However, the metabolic organ that has been most studied under the control of the immune system is the adipose tissue, which is not only a deposit for storing energy, but also an endocrine organ and a secondary immune organ with a unique composition of immune cells and cytokines.

The adipose tissue is known for containing aggregate leukocytes called "milky-spots" (MSs), firstly described in the human omentum in 1874. It is known that obesity leads to immune changes derived from the modulation both in the innate and the adaptive immune system, and promotes the development of metabolic abnormalities, culminating in an increase in susceptibility to type 2 diabetes, cardiovascular diseases, autoimmune diseases and cancer.

Therefore, in such complex and current topics such as Immunometabolism, it is essential that active methods are used together with tools that make study more dynamic and applied to clinical practice. That will help assess competencies and skills acquired throughout the study.

## References

- HOTAMISLIGIL, G.S. Foundations of Immunometabolism and Implications for Metabolic Health and Disease. **Immunity**, v.47, n.3 p.406-420, 2017.
- LERCHER A, BAAZIM H, BERGTHALER A. Systemic Immunometabolism: Challenges and Opportunities. **Immunity**, v.53, n.3, p. 496-509, 2020.
- MAHONEY, J.R et al. Lipopolysaccharide-Treated Raw 264.7 Cells Produce a Mediator That Inhibits Lipoprotein Lipase in 3t3-L1 Cells. **Journal of immunology**, v.134, p.1673–1675, 1985.
- PEARCE, E.L.; PEARCE, E.J. Metabolic Pathways In Immune Cell Activation And Quiescence. **Immunity**, v.38, n.4, p. 633-643, 2013.
- PEKALA, P. et al. Studies of Insulin Resistance in Adipocytes Induced by Macrophage Mediator. **The Journal of experimental medicine**, v.157, p.1360–1365, 1983.

10  $\mu\text{m}$

KEILA ZANIBONI SIQUEIRA BATISTA  
RICARDO DE PAULI  
ALDO SENA DE OLIVEIRA

27

**O ENSINO DE  
IMUNOLOGIA E A  
PRODUÇÃO DE VÍDEOS:  
OLHARES PARA A  
DIVULGAÇÃO  
CIENTÍFICA**

## **Introdução**

A sociedade contemporânea tem vivenciado, em especial nos últimos anos, inúmeras transformações mediadas por recursos tecnológicos que acarretam importantes alterações na relação entre os sujeitos e a informação (OLIVEIRA; BRONDANI; MEIER, 2018). Observa-se uma crescente preocupação no sentido de oferecer uma formação científica que contemple as necessidades e potencialidades, enquanto desenvolvimento intelectual, com vistas à divulgação e democratização da ciência. Neste sentido, a busca por ferramentas didático-pedagógicas significativas, associadas ao uso de tecnologias digitais que, alinhadas à elaboração de vídeos pelos estudantes, ganha popularidade (MORAN, 2002).

As metodologias ativas, como a produção audiovisual no ensino e aprendizagem, dão ênfase ao papel protagonista do aluno, ao seu envolvimento direto, participativo e reflexivo em todas as etapas do processo, experimentando, desenhando, criando, com orientação do professor (BACICH; MORAN, 2018). Essas metodologias podem ser alinhadas como estratégias para a construção de novos conhecimentos, nas diversas áreas (TULGAN, 2013), a exemplo do ensino de Imunologia e sua interação nas áreas da saúde. Massari et al. (2020) sugere que metodologias inovadoras para ensino-aprendizagem sobre o sistema imunológico sejam encorajadas dentro das instituições de Ensino Superior.

### **Curso de graduação ou pós-graduação**

A metodologia proposta foi pensada para ser aplicada na graduação em Medicina Veterinária da Universidade Regional de Blumenau, cujos componentes curriculares teóricos e experimentais envolvem conceitos de imunologia e permeiam as especialidades e áreas de atuação. A estrutura curricular permite a interação da relação entre seres humanos e animais, desenvolvimento básico-clínico na promoção da saúde e prevenção de doenças (FURB, 2010).

Um dos desafios, na aplicação dessa metodologia, é a gama de novas informações geradas na prática profissional. Assim, se faz imprescindível uma proposição curricular que se dedique ao entendimento de mecanismos e técnicas de imunodiagnóstico para as doenças imunomediadas, enquanto uma proposta de formação inicial. É importante salientar que grande parte dos cursos de graduação veterinária apresenta reduções drásticas nas disciplinas do ciclo básico (TIZARD, 2014). Entretanto, a matriz curricular da instituição permite um componente curricular generalizado, com enfoque em aspectos básicos da Imunologia, e outro direcionado às imunopatologias veterinárias.

Ao ensinar Imunologia nesse contexto, de noções básicas à sua aplicação clínica (LETARTE; TAMMINEN, 2014), maiores discussões sobre o ensino e o uso de metodologias ativas ocorrem, apesar de demandar mais tempo de aplicação e de avaliação do aprendizado (PONCIANO; GOMES; MORAIS, 2017).

## **Disciplina**

O componente curricular Imunologia Veterinária, ofertado no segundo ano do curso de Medicina Veterinária, é o alvo do estudo. Contudo, há possibilidade de aplicação da sequência apresentada em outros cursos da área biológica, que promova a discussão dos temas escolhidos, com adequação da carga horária.

Considerando a dificuldade na apropriação dos conceitos avançados, é importante observar que os conceitos básicos estejam minimamente consolidados, para o desenvolvimento adequado da estratégia. Assim, o incentivo à criatividade na apresentação dos vídeos, de forma atrativa, tem por intuito a divulgação científica à maneira dos *youtubers* (Pierro, 2016).

## **Tema da aula**

A temática escolhida para a criação dos conteúdos digitais é Imunopatologias em Medicina Veterinária, que aborda sobre as principais doenças autoimunes de interesse em veterinária. Os vídeos devem conter itens como etiologia das doenças, aspectos clínicos e epidemiológicos, principais espécies e raças acometidas, componentes e mecanismos imunológicos envolvidos, possíveis formas da doença, técnicas de diagnóstico e manejo terapêutico para cada caso.

Atualmente, o entendimento das manifestações autoimunes em animais aumenta a compreensão dos mecanismos patobiológicos envolvidos nesses processos, bem como evidências dos fatores ambientais e genéticos responsáveis pelo desencadeamento dessas doenças (TRENTIN et al., 2018).

Para realização da atividade se faz necessária a pesquisa bibliográfica, que desenvolva sua capacidade de síntese e da busca de respostas às indagações dos demais alunos, favorecendo a construção de novos conhecimentos. A criação e utilização desse material pode desenvolver autonomia, uma vez que o aluno realiza em grupos o estudo sobre o tema; e confiança, que promove a construção do conhecimento. Além disso, a divulgação do conteúdo, presencial ou remotamente, aumenta o teor de ludicidade, mudando a rotina e modificando a visão do aluno perante o estudo da Imunologia (OLIVEIRA; DIAS JÚNIOR, 2012).

## **Conteúdo**

A partir do tema proposto, o conteúdo abordado é destinado ao debate acerca de doenças autoimunes em animais. A contextualização deve ser escolhida, principalmente, pela observação das dificuldades em trabalhar tais patologias, de modo clínico, em aulas práticas, uma vez que a disciplina se encontra no eixo básico do curso. Assim, essa sequência didática também pode ser trabalhada em outras imunopatologias como as hipersensibilidades, rejeição a transplantes e



imunodeficiências.

O intuito é incentivar o desenvolvimento de habilidades, como a capacidade de pesquisar, selecionar informações relevantes e encontrar soluções criativas para os problemas práticos (MANZONI-DE-ALMEIDA; MARZIN; TRIVELATO, 2016).

## **Objetivos**

### *Objetivo geral*

- Discutir as possíveis implicações do uso de uma metodologia ativa, baseada em tecnologias digitais para a produção de vídeos, na aprendizagem de conceitos de Imunologia em um curso de graduação em Medicina Veterinária.

### **Objetivos específicos**

- Descrever uma proposta de sequência didática para o ensino de Imunologia, utilizando a produção de vídeos;
- Compreender as possíveis implicações da produção de vídeos como metodologia ativa no ensino de conceitos da área de Imunologia;
- Observar a relevância, para os estudantes, em produzir e compartilhar vídeos no ensino de Imunologia.

## **Metodologia**

Pesquisa de natureza qualitativa de caráter exploratório (Amado, 2014) e de cunho intervencionista, referenciada como uma técnica que pode produzir resultados relevantes (ANTUNES; MENDONÇA NETO; VIEIRA, 2016).

Iniciada com uma aula expositiva dialogada sobre tolerância imunológica,

com discussão de um artigo científico sobre o tema. Na sequência, é realizada a composição dos grupos, os tópicos são sorteados e são dadas instruções para realização do trabalho, como uso de recursos visuais, tempo do vídeo, maneiras de apresentação do material e enfoque para alunos de graduação. Os itens a serem abordados devem ser explicitados, incluindo os componentes do sistema imune envolvidos, imunopatogenia, sinais clínicos, epidemiologia, diagnóstico e manejo dos animais; bem como dicas de aplicativos para elaboração dos vídeos. Importante ressaltar que alguns *sites* para criação e/ou acesso aos vídeos produzidos são pagos e isso inviabiliza sua utilização.

Na divulgação do trabalho, o prazo deve ser limitado para duas semanas para veiculação pública do vídeo, em canal do *YouTube*, contendo os objetivos da atividade e o referencial teórico consultado. Após uma semana de consulta, é realizado um momento de tutoria do professor com os grupos, com levantamento de pontos relevantes ao trabalho.

Em sala, no dia da apresentação, os vídeos são divulgados e é realizada a discussão de cada tema com esclarecimento de dúvidas, bem como ideias para aprimoramento do material produzido. O norteamento da discussão deve ser realizado considerando a fase de aplicação e o objetivo definido para ela, incitando os demais grupos a acessarem os vídeos e realizarem comentários, como forma de incentivo ao trabalho realizado.

O tempo de execução descrito na Tabela 27.1 é proposto considerando que a disciplina apresenta dois créditos teóricos e dois práticos, semanalmente. Em componentes curriculares com carga-horária reduzida, sugere-se a realização de grupos com temas diferentes.

Tabela 27.1: Sequência da atividade didática de elaboração de vídeos, para aplicação a acadêmicos da graduação em Medicina Veterinária.

<b>Etapa</b>	<b>Descrição</b>	<b>Formato</b>	<b>Duração</b>
1- Divulgação da atividade	Orientação sobre a atividade, bibliografia a ser consultada, divisão dos grupos e sorteio dos temas	Presencial ou on-line, com documentação, síncrono	20-30 minutos
2- Levantamento bibliográfico	Consulta individual pelos membros do grupo	Remoto, assíncrono	5 dias
3- Tutoria para dúvidas	Atendimento aos grupos para assessoria	Presencial ou on-line, síncrono	2 horas
4- Elaboração dos vídeos	Reunião dos grupos para discussão do tema e material	Presencial ou on-line, síncrono	2-4 horas
5- Apresentação, divulgação e discussão dos vídeos	Apresentação do material produzido e discussão dos temas em sala	Presencial ou on-line, com documentação, síncrono	2 horas

Fonte: os autores.

## **Recursos**

Considerando a disponibilidade de aplicativos gratuitos para a criação de vídeos, essa atividade não gera custos aos alunos, apesar de requerer o uso de dispositivos conectados à internet. Além disso, é necessário material bibliográfico, como livros físicos, *e-books* ou publicações científicas sobre Imunologia.

Com relação aos recursos utilizados, obras sobre Imunologia Veterinária são escassas na maioria das instituições de ensino. O livro “Imunologia Veterinária”, organizado por Ian R. Tizard (2014), é o único documento traduzido para o português. Assim, cabe ao professor sugerir outras referências para que o aluno entenda o contexto das patologias elencadas, conforme o curso ou fase da turma. Para a metodologia proposta, a lista de indicações de aplicativos ou sítios eletrônicos para a confecção dos vídeos pode conter as seguintes sugestões:

- POWTOON (<https://www.powtoon.com/>);
  - ANIMAKER (<https://www.animaker.com/>);
  - ANIMOTO (<https://animoto.com/builder/templates>);
  - RAWSHORTS (<https://www.rawshorts.com/>);
  - VIDEO SCRIBE (<https://www.videoscribe.co/en/free-trial>);
  - RENDERFOREST (<https://www.renderforest.com/pt/video-maker>);
- entre outros.

Outro ponto muito importante nessa metodologia é a atuação do professor/tutor no momento de contato com os grupos, após a pesquisa individual. Como mediador, o professor auxilia os alunos nos pontos-chave para a tarefa, bem como viabiliza ferramentas para a aprendizagem e elaboração do pensamento lógico, além de orientar o uso da bibliografia e motivar a contribuição dos alunos nas ideias do trabalho (COSTA, 2015).

Oechsler (2019) concluiu que em uma atividade de produção de vídeos, a dinâmica da sala de aula se modifica.

Aluno e professor trabalham em conjunto, buscando um objetivo comum: a produção do vídeo. E, nesse processo de trabalho, vários são os momentos de diálogo, reflexão e negociação que ocorrem tanto entre alunos, quanto entre os alunos e o professor. Não há um único detentor do saber. Cada um contribui com os seus conhecimentos no processo de produção do vídeo, dialogando em todos os momentos. (OECHSLER, 2019, p. 589).

A atividade de produção de vídeo pode ser associada ainda à aprendizagem de domínio invertida, modelo de ensino associado à teoria de sala de aula invertida (SAI). Na SAI, o estudante tem papel ativo, passa a ser responsável por buscar o conhecimento antes do encontro em classe, e o professor é o mediador do processo, o orientador das aprendizagens (FELCHER et al., 2021).

Na aprendizagem de domínio invertida, os alunos devem dominar pontos do conhecimento através de atividades complexas e objetivos específicos. Após a realização das tarefas solicitadas pelo professor, como a produção audiovisual ou um

projeto, por exemplo, os encontros em classe servem para o docente avaliar se o aluno está apto para passar para um próximo nível ou se necessita de um tempo a mais para absorver a matéria (PEREIRA, 2020).

## Avaliação

A avaliação da proposta pedagógica é realizada baseada nos critérios estabelecidos no plano de ensino apresentado aos alunos, tais como correta aplicação das informações e do conteúdo, clareza nas ideias, domínio do conteúdo veiculado no vídeo, cumprimento dos itens solicitados e referencial bibliográfico apropriado ao tema.

Cada item pode ter uma pontuação, considerando seu peso na média final da disciplina. Para tanto, uma planilha contendo cada uma das categorias foi utilizada para a pontuação da atividade, com notas de 0 a 10, e cálculo da média aritmética no final da metodologia, considerando 70% da nota final.

Além disso, deve ser solicitado um *feedback* aos membros do grupo sobre os demais participantes, de maneira individual e anônima, que faz parte da avaliação final dos acadêmicos (30%), conforme visualizado na Figura 27.1.

Figura 27.1 Modelo de avaliação parcial proposto para a produção de vídeos por acadêmicos da graduação em Medicina Veterinária. Blumenau-SC, 2020. Fonte: os autores.

**AVALIAÇÃO DA PARTICIPAÇÃO DO GRUPO**

**Atividade: vídeo sobre doenças autoimunes**

**INSTRUÇÕES:**

- Preencha na coluna o NOME do participante (com exceção de você);
- Atribua notas de 0 a 10 para cada item (cabeçalho) de cada um dos integrantes do grupo;

Nome do participante	Participação no levantamento de material bibliográfico	Contribuições nas discussões e tutoria	Participação na criação do vídeo e finalização da atividade	MÉDIA (preenchimento do professor)

A metodologia aplicada proporciona aos acadêmicos domínio dos temas discutidos, assim como capacidade de distinção dos sinais e sintomas associados aos constituintes da patogênese de cada doença. Procura-se identificar, nas discussões promovidas após a produção dos vídeos, se os alunos conseguiram elencar os principais aspectos das imunopatologias e sua importância na medicina veterinária.

**Conclusão**

A produção de vídeos, cuja iniciativa deve ser aprovada pelos acadêmicos, constitui-se numa ferramenta pedagógica importante e necessária no ensino-aprendizagem, desde que sua aplicação seja compatível com a especificidade de cada turma e com os objetivos pedagógicos que se pretende atingir. Os vídeos, bem como sua divulgação na internet, quando adequadamente trabalhados por professores e alunos, realmente favorecem a construção de conhecimentos e compreensão dos temas abordados. Além disso, os alunos são motivados a estabelecer relações entre o saber escolar-científico e o saber cotidiano, potencializando assim a ocorrência de

mudança conceitual. Diante disso, a sequência didática proposta pode ser um grande diferencial de aprendizagem em imunologia, área do conhecimento considerada bastante abstrata para grande parte dos alunos. Uma vez que há uma crescente tendência dos cursos de Medicina Veterinária por um ensino multimodal, com uso de ferramentas variadas, sugere-se que metodologias inovadoras para ensino-aprendizagem sobre o sistema imunológico, como a metodologia ativa de produção de vídeos, sejam encorajadas dentro das instituições de Ensino Superior.

## Referências

- AMADO, João. **Manual de investigação qualitativa em educação**. 2 ed. Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra, 2014.
- ANTUNES, Maria Thereza Pompa; MENDONÇA NETO, Octavio Ribeiro de; VIEIRA, Almir Martins. **Pesquisa intervencionista e mestrados profissionais: perspectivas de suas práticas no curso de gestão**. São Paulo: Revista indagativo didactica, 2016.
- BACICH, Lilian; MORAN, José. **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Penso Editora, 2018. 238 p.
- COSTA, Carlos. **O papel do docente hoje é fazer parceria com os alunos**. Ensino superior UNICAMP, 2015. Disponível em: <https://www.revistaensinosuperior.gr.unicamp.br/artigos/o-papel-do-docente-hoje-e-fazer-parceria-com-os-alunos>. Acesso em: Fevereiro de 2021.
- FELCHER, Carla Denize Ott; et al. **O uso da sala de aula invertida para ensinar polígonos**. Revista de Ensino de Ciências e Matemática (REnCiMa), v. 12, n. 1, p.1-18, 2021. Disponível em: < <http://revistapos.cruzeirosul.edu.br/index.php/rencima/article/view/2742/1466>>. Acesso em: Abril de 2021.
- FURB – Universidade Regional de Blumenau. **Projeto político-pedagógico do curso de Medicina Veterinária**. Blumenau, Santa Catarina, 2010. 76 p. Disponível em: [http://www.furb.br/web/upl/graduacao/projeto\\_pedagogico/20170816153251\\_0.2010%2009%2021%20PPP%20ULTIMO.pdf](http://www.furb.br/web/upl/graduacao/projeto_pedagogico/20170816153251_0.2010%2009%2021%20PPP%20ULTIMO.pdf). Acesso em: Fevereiro de 2021.
- GHEDIN, Evandro. Epistemologia dos processos de ensino-aprendizagem e suas implicações a educação em ciências. In: GHEDIN, E. (Org.). **Teorias**

- Psicopedagógicas do Ensino Aprendizagem.** Boa Vista: UERR Editora, 2012.
- LETARTE, Michelle; TAMMINEN, Wendy. **Teaching Immunology as a Science and Field of Medicine.** *Frontiers in Immunology*, v. 5, n. 114, p. 1-2, 2014. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3960915/pdf/fimmu-05-00114.pdf>>. Acesso em: Março de 2021.
- MANZONI-DE-ALMEIDA, Daniel; MARZIN, Patricia; TRIVELATO, Silvia Frateschi. **Analysis of Epistemic Practices in Reports of Higher Education Students Groups in Carrying Out the Inquiry-Based Activity of Immunology.** *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 21, n. 2, p. 105-120, 2016. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/126/201>>. Acesso em: Março de 2021.
- MASSARI, Catia Helena de Almeida Lima; et al. **O Ensino de Imunologia na Graduação de Medicina Veterinária.** *Rev. Grad. USP*, v. 4, n. 1, p. 111-118, 2020. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/gradmais/article/view/150316/162218>>. Acesso em: Abril de 2021.
- MORAN, José Manuel. Desafios da televisão e do vídeo à escola. **Revista Comunicação e Educação**, São Paulo, v. 22, n. 4, 35 p. 2002.
- NIZ, Claudia Amorim Francez. **A Formação Continuada do professor e o uso das tecnologias em sala de aula: tensões, reflexões e novas perspectivas.** Dissertação (Mestrado em Educação Escolar), Faculdade de Ciências e Letras, Unesp/Araraquara. 2017. 169p. Disponível em: <[https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/150112/niz\\_caf\\_me\\_araf\\_cl.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/150112/niz_caf_me_araf_cl.pdf?sequence=3&isAllowed=y)>. Acesso em: Março de 2021.
- OLIVEIRA, Aldo Sena de; BRONDANI, Patrícia Bulegon; MEIER, Lidiane. **A química, o imaginário e as crianças: notas sobre o currículo pós-moderno.** *Interespaço: Revista de Geografia e Interdisciplinaridade*, v. 3, n. 11, p. 57-69, 2018. Disponível em: <<http://www.periodicoseltronicos.ufma.br/index.php/interespaço/article/view/6436/5061>>. Disponível em: Abril de 2021.
- OLIVEIRA, Naiane Mota de; DIAS JÚNIOR, Walter. **O uso do vídeo como ferramenta de ensino aplicada em biologia celular.** *Enciclopédia Biosfera*, v.8, n.14, p. 1788-1809, 2012. Disponível em: <<https://www.conhecer.org.br/enciclop/2012a/humanas/o%20uso.pdf>>. Acesso em: Março de 2021.
- OECHSLER, Vanessa; MANERICH, Danielle; SILVA, Felipe Matheus Nogueira da.



- A relação entre professor e aluno no processo de produção de vídeo em sala de aula.** Revista Novas Tecnologias na Educação, v. 17, n. 1, p. 587–596, 2019. Disponível em: < <https://seer.ufrgs.br/renote/article/view/95951/53943>>. Acesso em: Março de 2021.
- PEREIRA, Fábio Araújo. Invertendo a educação: uma reflexão sobre a metodologia sala de aula invertida. In: **Metodologias ativas: métodos e práticas para o século XXI** / Gercimar Martins Cabral Costa (Organizador). – Quirinópolis, GO: Editora IGM, 2020. Disponível em: < <https://editoraigm.com.br/wp-content/uploads/2020/03/Metodologias-Ativas-m%C3%A9todos-e-pr%C3%A1ticas.pdf>>. Acesso em: Abril de 2021.
- PIERRO, Bruno de. Youtubers na ciência. **Revista FAPESP**, p. 34-37, edição 243, maio 2016. Disponível em: <[https://revistapesquisa.fapesp.br/wp-content/uploads/2016/05/034-037\\_Youtubers\\_243.pdf](https://revistapesquisa.fapesp.br/wp-content/uploads/2016/05/034-037_Youtubers_243.pdf)>. Acesso em: Fevereiro de 2021.
- PONCIANO, Thales M.; GOMES, Frederico C. V.; MORAIS, Isabela C. **Metodologia ativa na engenharia: verificação da ABP em uma disciplina de engenharia de produção e um modelo passo a passo.** Revista Principia, v. 34, p. 32-39, 2017. Disponível em: <<https://periodicos.ifpb.edu.br/index.php/principia/article/download/1309/662>>. Acesso em: Março de 2021.
- QUEIROZ, Joelma de Pontes Silveira. **A importância do uso da tecnologia como ferramenta pedagógica na sala de aula.** In: Congresso Internacional de Educação e Tecnologias, p. 1-13, 2018. Disponível em: <<https://cietenped.ufscar.br/submissao/index.php/2018/article/download/102/109>>. Acesso em: Março de 2021.
- TRENTIN, Thays de Campos; et al. **Doenças auto-imunes em cães.** Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária, ano VI, n. 11, 2008. Disponível em: < [http://faef.revista.inf.br/imagens\\_arquivos/arquivos\\_destaque/6IOXN0vEkrfFDDh\\_2013-6-14-10-10-26.pdf](http://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/6IOXN0vEkrfFDDh_2013-6-14-10-10-26.pdf)>. Acesso em: Fevereiro de 2021.
- TIZARD, Ian R. **Imunologia Veterinária.** Rio de Janeiro: Elsevier Brasil, 9 ed., 2014. 568p.
- TULGAN, Bruce. **Meet Generation Z: The second generation within the giant “Millennial” cohort.** RainmakerThinking®, Inc. p. 1-13, 2013. Disponível em: <<https://grupespsichoterapija.lt/wp-content/uploads/2017/09/Gen-Z-Whitepaper.pdf>>. Acesso em: Fevereiro de 2021.

10  $\mu\text{m}$

KEILA ZANIBONI SIQUEIRA BATISTA  
RICARDO DE PAULI  
ALDO SENA DE OLIVEIRA

28

**IMMUNOLOGY  
TEACHING AND VIDEO  
PRODUCTION:  
PERSPECTIVES ON A  
SCIENTIFIC  
DISSEMINATION**

TRANSLATOR  
DANIEL MANZONI-DE-ALMEIDA

## **Introduction**

Contemporary society has experienced, especially in recent years, numerous transformations mediated by technological resources that lead to important changes in the relationship between subjects and information (OLIVEIRA; BRONDANI; MEIER, 2018). There is a growing concern to offer scientific training that addresses the needs and potential, as intellectual development, with a view to disseminating and democratizing science. In this sense, the search for significant didactic-pedagogical tools, associated with the use of digital technologies that, in line with the production of videos by students, is gaining popularity (MORIN, 2002).

Active methodologies, such as audiovisual production in teaching and learning, emphasize the protagonist role of the student, their direct, participatory and reflective involvement in all stages of the process, experimenting, drawing, creating, with teacher guidance (BACICH; MORIN, 2018). These methodologies can be aligned as strategies for the construction of new knowledge in different areas (TULGAN, 2013), such as teaching Immunology and its interaction in health areas. Massari et al. (2020) suggest that innovative teaching-learning methodologies about the immune system should be encouraged within higher education institutions.

### **Undergraduate or graduate course**

The proposed methodology was designed to be applied in the undergraduate course in Veterinary Medicine at *Universidade Regional de Blumenau*, whose theoretical and experimental curricular components involve concepts of immunology and permeate the specialties and areas of expertise. The curricular structure allows the interaction of the relationship between humans and animals, basic-clinical development in health promotion and disease prevention (FURB, 2010).

One of the challenges in applying this methodology is the range of new information generated in professional practice. Thus, a curricular proposal that is

dedicated to the understanding of immunodiagnostic mechanisms and techniques for immune-mediated diseases is essential, as a proposal for initial training. It is important to point out that most veterinary undergraduate courses show drastic reductions in basic cycle subjects (TIZARD, 2014). However, the institution's curricular matrix allows a generalized curricular component, focusing on basic aspects of Immunology, and another aimed at veterinary immunopathologies.

When teaching Immunology in this context, from the basics to its clinical application (LETARTE; TAMMINEN, 2014), further discussions about teaching and the use of active methodologies occur, despite requiring more time for application and assessment of learning (PONCIANO; GOMES; MORAIS, 2017).

## **Subject**

The curricular component of Veterinary Immunology, offered in the second year of the Veterinary Medicine course, is the aim of the study. However, there is the possibility of applying the sequence presented in other courses in the biological area, which promotes the discussion of the chosen topics, with an adequate workload.

Considering the difficulty in appropriating advanced concepts, it is important to note that the basic concepts are minimally consolidated for the proper development of the strategy. Thus, encouraging creativity in the presentation of videos, in an attractive way, is intended to promote scientific dissemination in the manner of YouTubers (PIERRO, 2016).

## **Class theme**

The theme chosen for the creation of digital content is Immunopathologies in Veterinary Medicine, which addresses the main autoimmune diseases of interest in veterinary medicine. The videos must contain items such as disease etiology, clinical and epidemiological aspects, main species and races affected, immunological

components and mechanisms involved, possible forms of the disease, diagnostic techniques and therapeutic management for each case.

Currently, the understanding of autoimmune manifestations in animals increases the understanding of the pathobiological mechanisms involved in these processes, as well as evidence of environmental and genetic factors responsible for triggering these diseases (TRENTIN et al., 2018).

In order to carry out the activity, bibliographical research is necessary, which develops its capacity for synthesis and the search for answers to the questions of other students, favoring the construction of new knowledge. The creation and use of this material can develop autonomy, as the student carries out the study on the topic in groups; and trust, which promotes the construction of knowledge. In addition, the dissemination of content, in person or remotely, increases the level of playfulness, changing the routine and modifying the student's view of the study of Immunology (OLIVEIRA; DIAS JÚNIOR, 2012).

## **Contents**

From the proposed theme, the content addressed is intended for the debate about autoimmune diseases in animals. Contextualization should be chosen, mainly, by observing the difficulties in working with such pathologies, in a clinical way, in practical classes, since the discipline is in the basic axis of the course. Thus, this didactic sequence can also be used in other immunopathologies such as hypersensitivity, transplant rejection and immunodeficiencies.

The aim is to encourage the development of skills, such as the ability to research, select relevant information and find creative solutions to practical problems (MANZONI-DE-ALMEIDA; MARZIN; TRIVELATO, 2016).

## **Goals**

### *General objective*

- To discuss the possible implications of using an active methodology, based on digital technologies for the production of videos, in the learning of Immunology concepts in an undergraduate course in Veterinary Medicine.

### *Specific objectives*

- Describe a proposed didactic sequence for teaching Immunology, using video production;
- Understand the possible implications of video production as an active methodology in teaching concepts in the field of Immunology;
- Observe the relevance, for students, of producing and sharing videos to teaching Immunology.

## **Methodology**

Qualitative research with an exploratory nature (AMADO, 2014) and interventionist nature, referred to as a technique that can produce relevant results (ANTUNES; MENDONÇA NETO; VIEIRA, 2016).

It started with a dialogue expository class on immunological tolerance, with a discussion of a scientific article on the subject. Then, the composition of groups is carried out, the topics are randomly selected and instructions are given for carrying out the work, such as the use of visual resources, video time, ways of presenting the material and focus on undergraduate students. The items to be addressed must be explained, including the components of the immune system involved,

immunopathogenesis, clinical signs, epidemiology, diagnosis and handling of the animals; as well as application tips for making the videos. It is important to emphasize that some sites for creating and/or accessing the videos produced are paid and this makes their use unfeasible.

When publicizing the work, the deadline should be limited to two weeks for public placement of the video, on a YouTube channel, containing the objectives of the activity and the theoretical reference consulted. After a week of consultation, there is a moment of tutoring the teacher with the groups, with a survey of points relevant to the work.

In the classroom, on the day of the presentation, the videos are disseminated and each topic is discussed with clarification of doubts, as well as ideas for improving the material produced. The discussion should be guided by considering the application phase and the objective defined for it, encouraging other groups to access the videos and make comments, as a way of encouraging the work carried out.

The execution time described in Table 28.1 is proposed considering that the course has two theoretical credits and two practical credits, weekly. In curricular components with reduced hours, it is suggested to organize groups with different themes.

Table 28.1: Sequence of the didactic activity of preparing videos, for application to undergraduate students in Veterinary Medicine.

<b>Stage</b>	<b>Description</b>	<b>Format</b>	<b>Duration</b>
1- Disclosure of the activity	Orientation on the activity, bibliography to be consulted, division of groups and draw of themes	In person or online, with documentation, synchronous	20-30 minutes
2- Bibliographic survey	Individual consultation by group members	remote, asynchronous	5 days
3- Tutoring for questions	Assistance to groups for advice	Face-to-face or online, synchronous	2 hours

4- Preparation of videos	Group meeting to discuss the topic and material	Face-to-face or online, synchronous	2-4 hours
5- Presentation, dissemination and discussion of videos	Presentation of the material produced and discussion of the themes in the classroom	In person or online, with documentation, synchronous	2 hours

## Resources

Considering the availability of free apps for creating videos, this activity does not generate costs for students, despite requiring the use of devices connected to the internet. In addition, bibliographic material is required, such as physical books, e-books or scientific publications on Immunology.

Regarding the resources used, works on Veterinary Immunology are scarce in most educational institutions. The book “Veterinary Immunology”, organized by Ian R. Tizard (2014), is the only document translated into Portuguese. Thus, it is up to the teacher to suggest other references so that the student can understand the context of the listed pathologies, according to the course or phase of the class. For the proposed methodology, the list of applications or websites for making the videos may contain the following suggestions:

- POWTOON (<https://www.powtoon.com/>);
  - ANIMAKER (<https://www.animaker.com/>);
  - ANIMOTO (<https://animoto.com/builder/templates>);
  - RAWSHORTS (<https://www.rawshorts.com/>);
  - VIDEO SCRIBE (<https://www.videoscribe.co/en/free-trial>);
  - RENDERFOREST (<https://www.renderforest.com/pt/video-maker>);
- between others.

Another very important point in this methodology is the role of the teacher/tutor at the moment of contact with the groups, after the individual research.



As a mediator, the teacher assists students in the key points for the task, as well as providing tools for learning and elaboration of logical thinking, in addition to guiding the use of the bibliography and motivating the students' contribution to the ideas of the work (COSTA, 2015).

Oechsler (2019) concluded that in a video production activity, the classroom dynamic changes.

Student and teacher work together, seeking a common goal: video production. And, in this work process, there are several moments of dialogue, reflection and negotiation that occur both between students and between students and the teacher. There is not a single holder of knowledge. Each one contributes their knowledge in the video production process, dialoguing at all times. (OECHSLER, 2019, p. 589).

The video production activity can also be associated with inverted domain learning, a teaching model associated with the inverted classroom theory (IAS). In SAI, the student plays an active role, becomes responsible for seeking knowledge before the class meeting, and the teacher is the mediator of the process, the learning guide (FELCHER et al., 2021).

In reverse domain learning, students must master points of knowledge through complex activities and specific goals. After performing the tasks requested by the teacher, such as audiovisual production or a project, for example, the class meetings are for the teacher to assess whether the student is able to move to the next level or if he needs more time to absorb the matter (PEREIRA, 2020).

## **Evaluation**

The evaluation of the pedagogical proposal is carried out based on the criteria established in the teaching plan presented to the students, such as correct application of information and content, clarity of ideas, mastery of the content shown in the

video, compliance with the requested items and bibliographic reference appropriate to the theme.

Each item can have a score, considering its weight in the final average of the discipline. For that, a spreadsheet containing each of the categories was used to score the activity, with grades from 0 to 10, and calculation of the arithmetic mean at the end of the methodology, considering 70% of the final grade.

In addition, feedback should be requested from group members about the other participants, individually and anonymously, which is part of the final assessment of students (30%), as shown in Figure 281.

Figure 28.1. Partial evaluation model proposed for the production of videos by undergraduate students in Veterinary Medicine. Blumenau-SC, 2020.

**Evaluation of group participation**

**Activity: video about autoimmune diseases**

**Instructions**

Fill in the participant's name in the column (except you)

Give a score of 0-10 for each item of each member of the group.

<b>Participant name</b>	<b>Participation in the survey of bibliographic material</b>	<b>Contributions to tutoring discussions</b>	<b>Participation in the creation of the video</b>	<b>Grade Average (Teacher's Fill)</b>

Source: the authors.

The applied methodology provides students with mastery of the topics discussed, as well as the ability to distinguish the signs and symptoms associated with the constituents of the pathogenesis of each disease. It seeks to identify, in the discussions promoted after the production of the videos, if students were able to list the main aspects of immunopathologies and their importance in veterinary medicine.

## Conclusion

The production of videos, whose initiative must be approved by the academics, constitutes an important and necessary pedagogical tool in teaching-learning, as long as its application is compatible with the specificity of each class and with the pedagogical objectives to be achieved. The videos, as well as their dissemination on the internet, when properly used by teachers and students, really favor the construction of knowledge and understanding of the topics covered. In addition, students are encouraged to establish relationships between school-scientific knowledge and everyday knowledge, thus enhancing the occurrence of conceptual change. Therefore, the proposed didactic sequence can be a great learning differential in immunology, an area of knowledge considered quite abstract for most students. Since there is a growing trend in Veterinary Medicine courses towards multimodal teaching, using a variety of tools, it is suggested that innovative methodologies for teaching and learning about the immune system, such as the active methodology of video production, be encouraged within of Higher Education institutions.

## Referências

- AMADO, João. **Manual de investigação qualitativa em educação**, 2 edição, Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra, 2014.
- ANTUNES, Maria Thereza Pompa; MENDONÇA NETO, Octavio Ribeiro de; VIEIRA, Almir Martins. **Pesquisa intervencionista e mestrados profissionais: perspectivas de suas práticas no curso de gestão**. São Paulo: Revista indagativo didactica, 2016.
- BACICH, Lilian; MORAN, José. **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Penso Editora, 2018. 238 p.
- COSTA, Carlos. **O papel do docente hoje é fazer parceria com os alunos**. Ensino superior UNICAMP, 2015. Disponível em: <https://www.revistaensinosuperior.gr.unicamp.br/artigos/o-papel-do-docente-hoje-e-fazer-parceria-com-os-alunos>. Acesso em: Fevereiro de 2021.
- FELCHER, Carla Denize Ott; et al. **O uso da sala de aula invertida para ensinar**

- polígonos**. Revista de Ensino de Ciências e Matemática (REnCiMa), v. 12, n. 1, p.1-18, 2021. Disponível em: <  
<http://revistapos.cruzeirodosul.edu.br/index.php/rencima/article/view/2742/1466>>.  
Acesso em: Abril de 2021.
- FURB – Universidade Regional de Blumenau. **Projeto político-pedagógico do curso de Medicina Veterinária**. Blumenau, Santa Catarina, 2010. 76 p. Disponível em:  
[http://www.furb.br/web/upl/graduacao/projeto\\_pedagogico/201708161532510.2010%2009%2021%20PPP%20ULTIMO.pdf](http://www.furb.br/web/upl/graduacao/projeto_pedagogico/201708161532510.2010%2009%2021%20PPP%20ULTIMO.pdf). Acesso em: Fevereiro de 2021.
- GHEDIN, Evandro. Epistemologia dos processos de ensino-aprendizagem e suas implicações a educação em ciências. In: GHEDIN, E. (Org.). **Teorias Psicopedagógicas do Ensino Aprendizagem**. Boa Vista: UERR Editora, 2012.
- LETARTE, Michelle; TAMMINEN, Wendy. **Teaching Immunology as a Science and Field of Medicine**. Frontiers in Immunology, v. 5, n. 114, p. 1-2, 2014. Disponível em: <  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3960915/pdf/fimmu-05-00114.pdf>>. Acesso em: Março de 2021.
- MANZONI-DE-ALMEIDA, Daniel; MARZIN, Patricia; TRIVELATO, Silvia Frateschi. **Analysis of Epistemic Practices in Reports of Higher Education Students Groups in Carrying Out the Inquiry-Based Activity of Immunology**. Investigações em Ensino de Ciências, v. 21, n. 2, p. 105-120, 2016. Disponível em: <  
<https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/126/201>>. Acesso em: Março de 2021.
- MASSARI, Catia Helena de Almeida Lima; et al. **O Ensino de Imunologia na Graduação de Medicina Veterinária**. Rev. Grad. USP, v. 4, n. 1, p. 111-118, 2020. Disponível em: <  
<https://www.revistas.usp.br/gradmais/article/view/150316/162218>>. Acesso em: Abril de 2021.
- MORAN, José Manuel. Desafios da televisão e do vídeo à escola. **Revista Comunicação e Educação**, São Paulo, v. 22, n. 4, 35 p. 2002.
- NIZ, Claudia Amorim Francez. **A Formação Continuada do professor e o uso das tecnologias em sala de aula: tensões, reflexões e novas perspectivas**. Dissertação (Mestrado em Educação Escolar), Faculdade de Ciências e Letras, Unesp/Araraquara. 2017. 169p. Disponível em: <  
[https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/150112/niz\\_caf\\_me\\_arafcl.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/150112/niz_caf_me_arafcl.pdf?sequence=3&isAllowed=y)>. Acesso em: Março de 2021.
- OLIVEIRA, Aldo Sena de; BRONDANI, Patrícia Bulegon; MEIER, Lidiane. A

- química, o imaginário e as crianças: notas sobre o currículo pós-moderno.** Interespaço: Revista de Geografia e Interdisciplinaridade, v. 3, n. 11, p. 57-69, 2018. Disponível em: <<http://www.periodicoselronicos.ufma.br/index.php/interespaço/article/view/6436/5061>>. Acesso em: Abril de 2021.
- OLIVEIRA, Naiane Mota de; DIAS JÚNIOR, Walter. **O uso do vídeo como ferramenta de ensino aplicada em biologia celular.** Enciclopédia Biosfera, v.8, n.14, p. 1788-1809, 2012. Disponível em: <<https://www.conhecer.org.br/enciclop/2012a/humanas/o%20uso.pdf>>. Acesso em: Março de 2021.
- OECHSLER, Vanessa; MANERICH, Danielle; SILVA, Felipe Matheus Nogueira da. **A relação entre professor e aluno no processo de produção de vídeo em sala de aula.** Revista Novas Tecnologias na Educação, v. 17, n. 1, p. 587-596, 2019. Disponível em: <<https://seer.ufrgs.br/renote/article/view/95951/53943>>. Acesso em: Março de 2021.
- PEREIRA, Fábio Araújo. Invertendo a educação: uma reflexão sobre a metodologia sala de aula invertida. In: **Metodologias ativas: métodos e práticas para o século XXI** / Gercimar Martins Cabral Costa (Organizador). – Quirinópolis, GO: Editora IGM, 2020. Disponível em: <<https://editoraigm.com.br/wp-content/uploads/2020/03/Metodologias-Ativas-m%C3%A9todos-e-pr%C3%A9ticas.pdf>>. Acesso em: Abril de 2021.
- PIERRO, Bruno de. Youtubers na ciência. **Revista FAPESP**, p. 34-37, edição 243, maio 2016. Disponível em: <[https://revistapesquisa.fapesp.br/wp-content/uploads/2016/05/034-037\\_Youtubers\\_243.pdf](https://revistapesquisa.fapesp.br/wp-content/uploads/2016/05/034-037_Youtubers_243.pdf)>. Acesso em: Fevereiro de 2021.
- PONCIANO, Thales M.; GOMES, Frederico C. V.; MORAIS, Isabela C. **Metodologia ativa na engenharia: verificação da ABP em uma disciplina de engenharia de produção e um modelo passo a passo.** Revista Principia, v. 34, p. 32-39, 2017. Disponível em: <<https://periodicos.ifpb.edu.br/index.php/principia/article/download/1309/662>>. Acesso em: Março de 2021.
- QUEIROZ, Joelma de Pontes Silveira. **A importância do uso da tecnologia como ferramenta pedagógica na sala de aula.** In: Congresso Internacional de Educação e Tecnologias, p. 1-13, 2018. Disponível em: <<https://cietenped.ufscar.br/submissao/index.php/2018/article/download/102/109/>>. Acesso em: Março de 2021.
- TRENTIN, Thays de Campos; et al. **Doenças auto-imunes em cães.** Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária, ano VI, n. 11, 2008. Disponível em: <

[http://faef.revista.inf.br/imagens\\_arquivos/arquivos\\_destaque/6IOXN0vEkrfFDDh\\_2013-6-14-10-10-26.pdf](http://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/6IOXN0vEkrfFDDh_2013-6-14-10-10-26.pdf)>. Acesso em: Fevereiro de 2021.

TIZARD, Ian R. **Imunologia Veterinária**. Rio de Janeiro: Elsevier Brasil, 9 ed., 2014. 568p.

TULGAN, Bruce. **Meet Generation Z: The second generation within the giant “Millennial” cohort**. RainmakerThinking®, Inc. p. 1-13, 2013. Disponível em: <<https://grupespsichoterapija.lt/wp-content/uploads/2017/09/Gen-Z-Whitepaper.pdf>>. Acesso em: Fevereiro de 2021.



**ORGANIZADORES**

**ORGANIZERS**

## Daniel Manzoni de Almeida

Professor, pesquisador e escritor. Graduado em Ciências Biológicas, Filosofia e Letras. Mestre e Doutor em Ciências Biológicas (Ênfase em Imunologia); Pós-doutoramento em Ensino de Biologia. Coordenador da linha de pesquisa em ensino de imunologia.

Professor, researcher and writer. Graduated in Biological Sciences, Philosophy and Letters. Master and Doctor in Biological Sciences (Emphasis on Immunology); Postdoctoral in Biology Teaching. Coordinator of the research line in teaching immunology.



<http://lattes.cnpq.br/1643350252335747>



[danielmanzoni@gmail.com](mailto:danielmanzoni@gmail.com)

## Caio Cotta Natale

Professor e pesquisador. Graduado em Enfermagem. Mestre em Bioquímica e imunologia e Doutor em Ciências (Ênfase em Imunologia); Pós-doutoramento em Farmacologia.

Professor and researcher. Graduated in Nursing. Master in Biochemistry and Immunology and Doctor in Science (Emphasis on Immunology); Post-doctorate in Pharmacology.



<http://lattes.cnpq.br/7761342513755880>



## Paula Seixas Mello

Graduada em Ciências Biológicas. Mestre em Bioquímica e Imunologia e Doutor em Ciências. Pós-doutorado em Ensino de Ciências e Matemática.

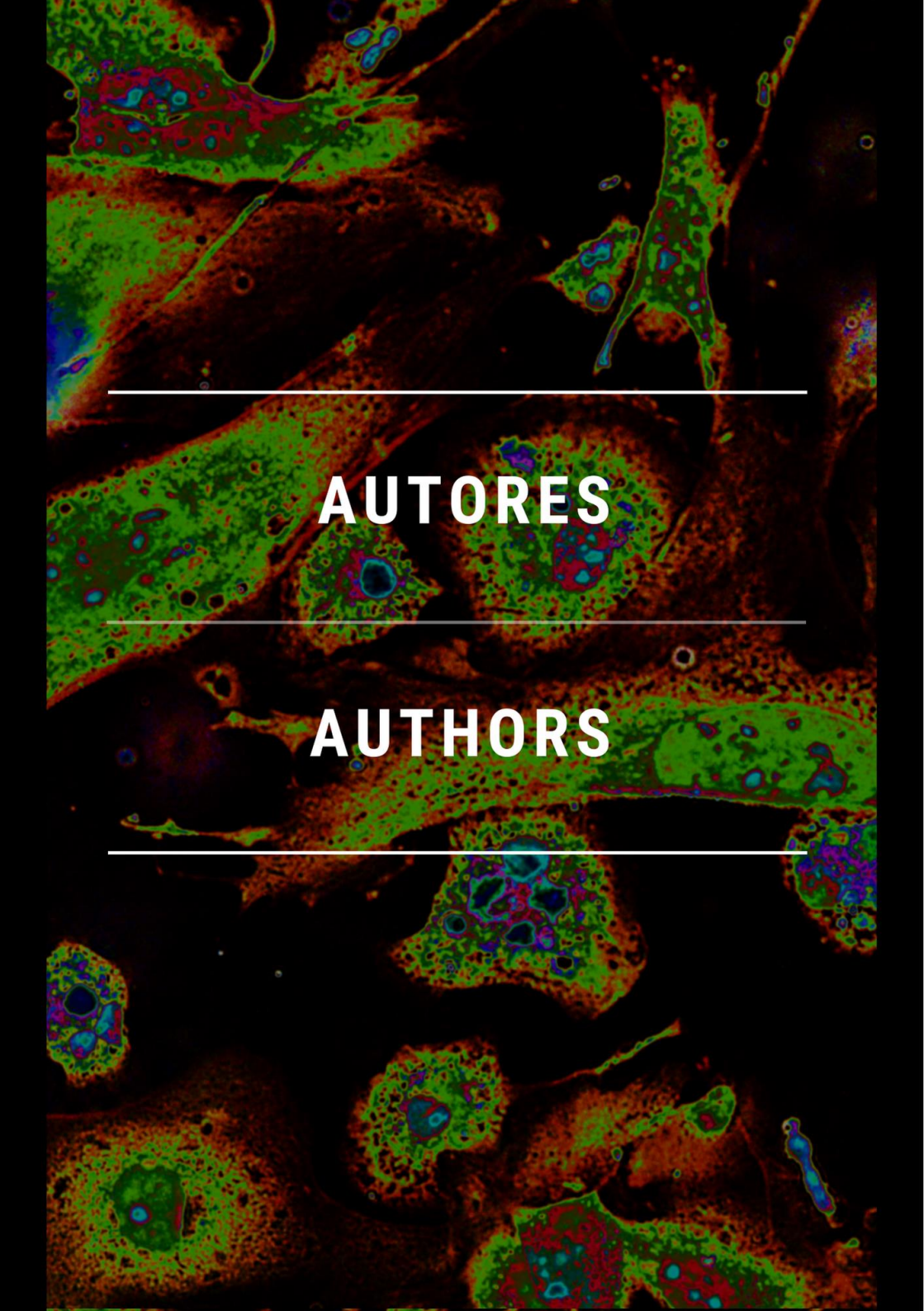
Graduated in Biological Sciences. Master in Biochemistry and Immunology and Doctor in Science. Post-doctorate in Science Teaching and Mathematics.



<http://lattes.cnpq.br/7469598134242918>







**AUTORES**

**AUTHORS**

## Aislan de Carvalho Vivarini

Biólogo bacharel em genética pela UFRJ, licenciado em Ciências Biológicas pela UENF, com Mestrado, Doutorado e Pós-Doutorado em Ciências pelo Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho/UFRJ. Professor colaborador do Campus Duque de Caxias/UFRJ com experiência na área de Biologia Molecular e Celular, Imunologia, Parasitologia e Educação em Ciências. Participa de projetos relacionados aos estudos de vias de sinalização em respostas a infecções, imunologia molecular inata e modificações epigenéticas envolvendo a regulação da expressão gênica a nível transcricional e pós-traducional.

FRJ, licensed in Biological Sciences by UENF, with a Master, a Doctorate, and a Post-Doctorate in Sciences by Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho/UFRJ. He is a Collaborating Professor at Campus Duque de Caxias/UFRJ with experience in the area of Molecular and Cellular Biology, Immunology, Parasitology and Education in Sciences. He takes part in projects related to studies of signaling pathways in response to infections, innate molecular immunology and epigenetic modifications involving the regulation of the gene expression to the transcriptional and post-translational level.



<http://lattes.cnpq.br/3007742590921429>



[aislanvivarini@biof.ufrj.br](mailto:aislanvivarini@biof.ufrj.br)

## Aldo Sena de Oliveira

Possui licenciatura (UFLA), mestrado (UFES) e doutorado em Química (UFSC e Universidade de Copenhague) e pós-doutorado em Química Medicinal (USP). Docente do Departamento de Ciências Exatas e Educação, da Universidade Federal de Santa Catarina - Campus Blumenau, e professor do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática (PPGECIM) da Universidade Regional de Blumenau (FURB).

He holds a bachelor's degree (UFLA), a master's degree (UFES) and a doctorate in Chemistry (UFSC and University of Copenhagen) and a post-doctorate in Medicinal Chemistry (USP). Professor at the Department of Exact Sciences and Education, Universidade Federal de Santa Catarina - Campus Blumenau, and professor at the Postgraduate Program in Teaching of Natural Sciences and Mathematics (PPGECIM) at the Universidade Regional de Blumenau (FURB).



<http://lattes.cnpq.br/0623440043568856>



[aldo.sena@ufsc.br](mailto:aldo.sena@ufsc.br)

## **Alessandra Gonzalez do Nascimento**

Biomédica formada pela Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública, habilitada em Análises Clínicas e atualmente cursa especialização em Análises Clínicas e Gestão Laboratorial na mesma instituição. Mestranda pelo programa de Pós-graduação em Biotecnologia em Saúde e Medicina Investigativa do Instituto Gonçalo Moniz - Fiocruz Bahia; co-fundadora, ex-diretora científica, ex-presidente e atual co-orientadora da Liga Acadêmica Bahiana de Imunologia.

Biomedical scientist, graduated from Bahiana School of Medicine and Public Health, licensed in clinical analysis, and currently attending a specialization course in clinical analysis and laboratory management at the same institution. Master's student of the graduate program in biotechnology applied to health and investigative medicine at Instituto Gonçalo Moniz - Fiocruz-Bahia, and co-founder, former scientific director, former president, and current co-counselor of the Bahiana SL in immunology.



<http://lattes.cnpq.br/8705780896014568>



[le.sandragonzalez@gmail.com](mailto:le.sandragonzalez@gmail.com)

## **Ana Laura Seneda**

Biomédica formada pela Universidade Paulista – UNIP, campus Bauru/SP (2016). Mestra em Bases Gerais da Cirurgia (2019) e doutoranda em Cirurgia e Medicina Translacional na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

Bachelor's degree in Biomedical Sciences from Paulista University - UNIP, Bauru/SP campus (2016). Master's Degree in General Surgery (2019) and PhD student in Surgery and Translational Medicine at the Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho".



<http://lattes.cnpq.br/0683281736282343>



[anaseneda@gmail.com](mailto:anaseneda@gmail.com)

## **Bárbara de Castro Pimentel Figueiredo**

Docente do Departamento de Bioquímica e Biofísica da Universidade Federal da Bahia. Doutora em Biologia Molecular formada no Departamento de Bioquímica e Imunologia da Universidade Federal de Minas Gerais e especialista em Educação e Tecnologias pelo grupo Horizonte da Universidade Federal de São Carlos.

Professor of the Department of Biochemistry and Biophysics of the Federal University of Bahia. PhD in Molecular Biology graduated from the Department of Biochemistry and Immunology of the Federal University of Minas Gerais and specialist in education and technologies by the Horizonte Group of the Federal University of São Carlos.



<http://lattes.cnpq.br/1172774332528077>



[barbaracpf@ufba.br](mailto:barbaracpf@ufba.br)

## **Bianca Cristina Duarte Vivarini**

Farmacêutica pela Faculdade de Farmácia da UFRJ e Mestre em Genética pelo Instituto de Biologia da UFRJ. Atual acadêmica do curso de Medicina da UFRJ. Tem experiência em técnicas de Virologia Molecular com enfoque na resistência de subpopulações aos antirretrovirais e farmacogenética e sequenciamento de nova geração.

Pharmacist by *Faculdade de Farmácia-UFRJ* with a Master in Genetics by *Instituto de Biologia da UFRJ*, currently an academic student of Medicine at UFRJ. She has experience with Molecular Virology techniques with a focus on the antiretroviral resistance of subpopulations, pharmacogenetics, and next-generation sequencing.



<http://lattes.cnpq.br/0978638874453305>



[bianca.vivarini@gmail.com](mailto:bianca.vivarini@gmail.com)

## Bruno Kestutis de Alvarenga Sipavicius

Biólogo pela FMU em 2018 e Mestre em Ensino e História de Ciências e Matemática pela UFABC em 2020. Na graduação realizou IC e seu TCC foi sobre a relação entre o desenho e o ensino de biologia. Na dissertação, investigou as concepções de alunos ingressos de duas IES sobre fungos. Atualmente é professor contratado pela Secretária de Educação do Estado de São Paulo nas disciplinas de Ciências e Artes.

Biologist graduated from FMU (Metropolitan United Faculties) in 2018, and master's in teaching and History of Sciences and Mathematics from UFABC (Federal University of ABC) in 2020. During his undergraduate studies, he performs the SI (scientific initiation) and his undergraduate thesis referred to the relationship between draw and biology teaching. In his dissertation, he studied the conceptions of students from two IES (Higher Education Institution) about fungus.



<http://lattes.cnpq.br/9334880965995637>



[bsipavicius4@gmail.com](mailto:bsipavicius4@gmail.com)

## Bruno R. R. Cavalcante

Bacharel em Biotecnologia pela Universidade Federal da Bahia. Mestre em Patologia Experimental pela Universidade Federal da Bahia/Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ). Desenvolve pesquisas sobre reposicionamento de fármacos em neoplasias malignas através da utilização de ferramentas de bioinformática e Inteligência Artificial.

Bachelor's Degree in Biotechnology from the Universidade Federal da Bahia. Master in Experimental Pathology from the Universidade Federal da Bahia/Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ). Develops research on drug repositioning in malignant neoplasms through the use of bioinformatics and Artificial Intelligence tools.



<http://lattes.cnpq.br/4593514383341573>



[brunorrcavalcante@gmail.com](mailto:brunorrcavalcante@gmail.com)

## Dennis Maletich Junqueira

Pós-doutor em Bioinformática pela *University of Kwazulu-Natal* (África do Sul), mestre e doutor em Genética e Biologia Molecular pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e graduado em Ciências Biológicas pela mesma instituição. Atualmente, é docente da Faculdade de Ciências da Saúde do Hospital Moinhos de Vento e do UniRitter.

Post-doctorate in Bioinformatics from the *University of Kwazulu-Natal* (South Africa), master and doctor in Genetics and Molecular Biology from the Federal University of Rio Grande do Sul (UFRGS) and graduated in Biological Sciences from the same institution. He is currently a professor at the Faculty of Health Sciences at Hospital Moinhos de Vento and UniRitter.



<http://lattes.cnpq.br/6826847706348249>



[dennismaletich@gmail.com](mailto:dennismaletich@gmail.com)

## Erika Freitas Mota

Graduação em Ciências Biológicas e Doutorado em Bioquímica pela UFC. Profa. do Departamento de Biologia e Pós-Graduação em Sistemática, Uso e Conservação da Biodiversidade e em Ensino de Ciências e Matemática da UFC. Tutora do Programa de Educação Tutorial de Biologia da UFC (PET Biologia UFC).

Graduated in Biological Sciences and Ph.D. in Biochemistry from UFC. Professor of the Department of Biology and Graduate Studies in Systematics, Use and Conservation of Biodiversity and in Teaching of Science and Mathematics at UFC. PET Biology tutor.



<http://lattes.cnpq.br/5964165127429630>



[erika.mota@ufc.br](mailto:erika.mota@ufc.br)

## Filipe Nogueira Franco

Graduado em Bioquímica e Mestre em Biotecnologia pela Universidade Federal de São João del-Rei. Atualmente é aluno de Doutorado do Programa de Bioquímica e Imunologia da UFMG, atuando no estudo de alterações das vias de transdução de sinais em células do sistema imune ao longo do

processo de envelhecimento.

B.Sc. in Biochemistry and a M.Sc. in Biotechnology from the Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ). Currently, Franco is a Ph.D. student in the Biochemistry and Immunology Program in Universidade Federal de Minas Gerais, studying alterations in signal transduction pathways in immune system cells during the aging process.



<http://lattes.cnpq.br/3774617258346539>



[filipenogueirafranco@gmail.com](mailto:filipenogueirafranco@gmail.com)

### **Gabriel Andrade Nonato Queiroz**

Possui graduação em Biomedicina pela Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública - Habilitação em imunologia (2014), mestrado em Biotecnologia em Saúde e Medicina Investigativa pela Fiocruz-BA (2016) e especialização em Docência no Ensino Superior pela UCDB-MS (2016). Atualmente está com doutorado em andamento em Biotecnologia em Saúde e Medicina Investigativa pela Instituto Gonçalo Moniz - Fiocruz-BA. Atua também como administrador da página de divulgação científica - Biomedicina Bahia.

Graduated in biomedical sciences from Bahiana School of Medicine and Public Health - licensed in immunology (2014), master's degree in biotechnology applied to health and investigative medicine at FIOCRUZ-BA (2016), and specialist in higher education teaching at UCDB-MS (2016). Currently, a PhD student of biotechnology applied to health and investigative medicine at Gonçalo Moniz Institute - FIOCRUZ-BA. Administrator of the scientific dissemination website - Bahia Biomedicine.



<http://lattes.cnpq.br/5968032841267250>



[gabrielqueiroz@bahiana.edu.br](mailto:gabrielqueiroz@bahiana.edu.br)

### **Iael Weissberg Minutentag**

Possui graduação em Ciências Biomédicas (2015), mestrado em Bases Gerais da Cirurgia pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (2019) e especialização em Docência no Ensino Superior pelo Centro Universitário das Faculdades Metropolitanas Unidas - Laureate International Universities (2020).

Bachelor's degree in Biomedical Sciences (2015), a master's degree in General Basis of Surgery from Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (2019) and a specialization in Teaching in Higher Education from Centro Universitário das Faculdades Metropolitanas Unidas - Laureate International Universities (2020).



<http://lattes.cnpq.br/0693448240603621>



[iael.weissberg@unesp.br](mailto:iael.weissberg@unesp.br)

## Ítalo Andrade Barbosa Lima

Bacharel em Biomedicina pela Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública (EBMSP), habilitado em Citopatologia Oncótica, pela mesma instituição. Foi aluno de iniciação científica e apoio técnico em extensão do Laboratório de Patologia Experimental (LAPEX) do Instituto Gonçalo Moniz (IGM), Fundação Oswaldo Cruz - BA (FIOCRUZ) com ênfase nas áreas de epidemiologia e diagnóstico sorológico e molecular de arboviroses. Co-fundador, ex-vice-presidente e atual co-orientador da Liga Acadêmica Bahiana de Imunologia (LABI). Atualmente é Mestrando do Programa de Pós Graduação em Biotecnologia em Saúde e Medicina Investigativa (PGBSMI), vinculado à FIOCRUZ-BA.

BSc in Biomedical Sciences, graduated from Bahiana School of Medicine and Public Health (EBMSP), licensed in oncotoc cytopathology by the same institution. He was a scientific initiation student and extension technician at the Laboratory of Experimental Pathology (LAPEX) of the Gonçalo Moniz Institute (IGM), Oswaldo Cruz Foundation - BA (FIOCRUZ) with a major in epidemiology and in serologic and molecular diagnosis of arboviruses. Co-founder, former vice-president, and current co-counselor of the Bahiana Immunology Student League (LABI). At present, he is a master's student of the graduate program in biotechnology applied to health and investigative medicine (PGBSMI) affiliated with FIOCRUZ-BA.



<http://lattes.cnpq.br/7066376440170852>



[italoandradexd13@hotmail.com](mailto:italoandradexd13@hotmail.com)



## George Mikael Ripardo Sousa

Licenciado em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA), Sobral, CE. Especialista em Neuroaprendizagem pela Faculdade UniBF. Desenvolve pesquisas sobre a criação e uso de materiais didáticos para o Ensino de Ciências e sobre Metodologias Ativas de Ensino e Aprendizagem.

Licentiate in Biological Sciences from the State University of Vale do Acaraú (UVA), Sobral, CE. Specialist in Neurolearning from UniBF College. Develops research on the creation and use of teaching materials for Science Teaching and on Active Teaching and Learning Methodologies.



<http://lattes.cnpq.br/2167396890115114>



[jeorgemikael@gmail.com](mailto:jeorgemikael@gmail.com)

## Jéssica Lobo da Silva

Graduada em Biotecnologia pela UFBA, atualmente é doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Patologia Humana da Faculdade de Medicina da Bahia. Sua linha de pesquisa é a análise integrada de expressão global e epigenoma para entendimento da interação parasito-hospedeiro na Leishmaniose Cutânea.

Graduated in Biotechnology from UFBA; currently a doctoral student in the Human Pathology Graduate Program at the School of Medicine of Bahia (Faculdade de Medicina da Bahia). Major line of research: integrated analysis of global expression and of epigenome for understanding the host-parasite interaction in cutaneous leishmaniasis.



<http://lattes.cnpq.br/1790104351777789>



[jessicalobosilva@gmail.com](mailto:jessicalobosilva@gmail.com)

## Joanna de Freitas Rocha

Graduação em Ciências Biológicas (Bacharelado) (2014) e Mestrado em andamento na Universidade Federal do Ceará (UFC) pelo Programa de Pós-Graduação em Sistemática, Uso e Conservação da Biodiversidade (PPGSis).

Bachelor's degree in Biological Sciences (2014) and Master's degree at the

Federal University of Ceará (UFC) (ongoing) at the Graduate Program in Systematics, Use and Conservation of Biodiversity (PPGSis).



<http://lattes.cnpq.br/2114357885623531>



[joannad.freitas@yahoo.com.br](mailto:joannad.freitas@yahoo.com.br)

### **Joaquim César do Nascimento Sousa Júnior**

Graduando em Biotecnologia e bolsista Programa de Iniciação à Docência pela Universidade Federal do Ceará (UFC).

Undergraduate student in Biotechnology and scholarship holder in the Program of Teaching Initiation at the Federal University of Ceará (UFC), CE, Brazil.



<http://lattes.cnpq.br/9518756502717317>



[joaquim\\_junior1601@hotmail.com](mailto:joaquim_junior1601@hotmail.com)

### **José Jardson Nascimento de Oliveira**

Pós-graduado em Imunologia - Rice University; Farmacêutico pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Potiguar (UnP). Membro do Grupo de Pesquisa em Doenças Metabólicas (UFRN).

Postgraduate Studies Degree in Immunology - Rice University; Pharmacist by the Federal University of Rio Grande do Norte (UFRN). Undergraduate Degree in Biological Sciences by the University Potiguar (UnP). Member of the Research Group in Metabolic Diseases (UFRN).



<http://lattes.cnpq.br/0514841002121953>

### **Keila Zaniboni Siqueira Batista**

Possui graduação em Ciências Biológicas pela Universidade do Sagrado Coração, mestrado e doutorado em Patologia com ênfase em Imunologia, e especialização em Microbiologia Médica, todos pela UNESP, campus Botucatu. Atualmente é docente de Imunologia e Microbiologia, do Departamento de Ciências Naturais, da Universidade Regional de Blumenau

(FURB).

Graduated in Biological Sciences from Universidade do Sagrado Coração, Masters and Doctorate in Pathology with an emphasis on Immunology, and specialization in Medical Microbiology, all from UNESP, Botucatu campus. She is currently a professor of Immunology and Microbiology, Department of Natural Sciences, Regional University of Blumenau (FURB).



<http://lattes.cnpq.br/5074099913511055>



[keila\\_siqueira@furb.br](mailto:keila_siqueira@furb.br)

### Lara Rodrigues da Silva

Graduada em Ciências Biológicas (2020) pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Aluna de pós-graduação *lato sensu* em Análises Clínicas e Gestão de Qualidade em laboratórios pela Universidade Estadual do Ceará (UECE).

Graduated in Biological Science (2020) at UFC. Non-Degree Graduate Program in Clinical Analysis and Quality Management in laboratories student at the State University of Ceará (UECE), CE, Brazil.



<http://lattes.cnpq.br/4563375069030094>



[lararodrigues\\_s@outlook.com](mailto:lararodrigues_s@outlook.com)

### Mariana Rodrigues Santesso

Possui graduação em Biomedicina (2015) pela Universidade Paulista e mestrado em Ciências Odontológicas Aplicadas pela Universidade de São Paulo (2018).

Bachelor's degree in Biomedical Sciences from Paulista University (2015). Master's degree in Applied Dental Sciences from the University of São Paulo (2018).



<http://lattes.cnpq.br/5127611886231955>



[mariana.santesso@unesp.br](mailto:mariana.santesso@unesp.br)

## Miguel Fernandes de Lima Neto

Licenciado em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA), Sobral, CE. Mestrando em Biotecnologia pela Universidade Federal do Ceará (PPGB-UFC). Experiência na área de Ensino de Ciências e Biologia.

Licentiate in Biological Sciences from the State University of Vale do Acaraú (UVA), Sobral, CE. Master's student in Biotechnology at the Federal University of Ceará (PPGB-UFC). Experience in Science and Biology Teaching.



<http://lattes.cnpq.br/7731529552123675>



[migueel\\_f@hotmail.com](mailto:migueel_f@hotmail.com)

## Renata Kelly de Freitas Mano

Mestranda em Ciências Farmacêuticas - Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN); Nutricionista pela Universidade Estadual do Ceará (UECE). Membro do Grupo de Pesquisa em Doenças Metabólicas (UFRN).

Master Degree student in Pharmaceutical Sciences - Federal University of Rio Grande do Norte (UFRN); Dietitian by the State University of Ceará (UECE). Member of the Research Group in Metabolic Diseases (UFRN).



<http://lattes.cnpq.br/5311274613973152>



[renatamanonutri@gmail.com](mailto:renatamanonutri@gmail.com)

## Ricardo de Pauli

Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática - PPGEICIM (FURB). Possui especialização em Mídias na Educação (IFSC), especialização em Biologia da Conservação (UNIVALI) e graduação em Ciências Biológicas (UENP). Atualmente é docente da educação básica na disciplina de ciências.

Master's student in the Postgraduate Program in Teaching of Natural Sciences and Mathematics - PPGEICIM (FURB). He has a specialization in Media in Education (IFSC), a specialization in Conservation Biology (UNIVALI) and a degree in Biological Sciences (UENP). He is currently a teacher of basic

education in the science subject.



<http://lattes.cnpq.br/416462344322256>



[ricpauli@furb.br](mailto:ricpauli@furb.br)

## **Tatiana Sampaio da Silva**

Estudante de Medicina da Universidade Federal da Bahia. Extensionista dos projetos: Adoro Bioquímica, um projeto de divulgação científica através de mídias digitais; Hataraku Saibou, que analisa a utilização do anime homônimo como recurso didático na educação no magistério superior; e produção do Livro História da Medicina, capítulo Ginecologia e Obstetrícia.

Medical student at the Federal University of Bahia. Extension project participant: Adoro Bioquímica, a Scientific Dissemination project through digital media; Hataraku Saibou, which analyzes the use of the homonymous anime as a didactic resource in higher education; and production of the book history of Medicine, Chapter Gynecology and Obstetrics.



<http://lattes.cnpq.br/3497931942208380>



[med.tatianasampaio@gmail.com](mailto:med.tatianasampaio@gmail.com)

## **Vanessa das Graças Pereira de Souza**

Graduada em Ciências Biológicas (2017) e mestre em Ciências Biológicas pelo Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas (Genética e Biotecnologia) (2019) da Universidade Federal de Juiz de Fora. Atualmente é aluna de doutorado do Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas (Genética) na Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho".

Bachelor's degree in Biological Sciences (2017) and a Master's degree in Biological Sciences from the Graduate Program in Biological Sciences, PhD student in the Graduate Program in Biological Sciences (Genetics) at the Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho".



<http://lattes.cnpq.br/7960453586286498>



[vg.souza@gmail.com](mailto:vg.souza@gmail.com)



**TRADUTTORES**

---

**TRANSLATORS**

---

Alan Dalles (8)  
Augusto de Assis Rochadel (8)  
Clarissa de Almeida Rodrigues Tadeo (10)  
Daniel Manzoni-de-Almeida (28)  
Edith Janzen Vanderlinde (2)  
Eliana Aparecida Perrone (4)  
Felipe Salomé Bini (24)  
Flavia Maria Souza Morsa (8)  
Giuliana Casadei Marques Roque (20)  
Harqueline Alves Batista de Oliveira (20)  
Laura Bocco (26)  
Letícia Grossi Dornelas (16)  
Lourdes M. Viera (12)  
Luciana dos Santos Lima de Oliveira (16)  
Luciana Harder Aliberti Gonçalves (10)  
Luísa Pacheco Ramos (14)  
Marisa Averbuch (18)  
Michele Leandro Santiago (6)  
Renata de Almeida Prado Lopes (4)  
Samantha Araújo Louly Takatui (18)  
Stéfano Ramani Ribeiro Calgaro (6)  
Victor Lage de Araujo (22)  
Vinicius Fróes Reinhardt (14)

## Crédito das imagens

Imagens da capa do livro e da primeira página dos capítulos:

Capa do livro: Células epitelioides e macrófagos em cultura de células. Autor: ArkhipovSergey. Fonte: Commons Wikimedia ([https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Epithelioid\\_cells\\_and\\_macrophages\\_in\\_cell\\_culture.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Epithelioid_cells_and_macrophages_in_cell_culture.jpg))

Capítulos 1 e 2: Leishmania infantum em cachorro. Autor: Centers for Disease Control and Prevention's Public Health Image Library. Fonte: Commons Wikimedia ([https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Leishmania\\_infantum\\_in\\_dog.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Leishmania_infantum_in_dog.png))

Capítulos 3 e 4: Células T assassinas circundam uma célula cancerosa. Autor: The National Institutes of Health. Fonte: Commons Wikimedia ([https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Killer\\_T\\_cells\\_surround\\_a\\_cancer\\_cell.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Killer_T_cells_surround_a_cancer_cell.png))

Capítulos 5 e 6: Células linfóides e infecção por TB. Autor: NIH Image Gallery from Bethesda, Maryland, USA. Fonte: Commons Wikimedia ([https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lymphoid\\_cells\\_and\\_TB\\_infection\\_\(48014859398\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lymphoid_cells_and_TB_infection_(48014859398).jpg))

Capítulos 7 e 8: Macrófago infectado com bactérias Francisella tularensis. Autor: NIAID. Fonte: Commons Wikimedia ([https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Macrophage\\_Infected\\_with\\_F Francisella\\_tularensis\\_Bacteria\\_\(5950310835\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Macrophage_Infected_with_F Francisella_tularensis_Bacteria_(5950310835).jpg))

Capítulos 9 e 10: Célula T Humana Saudável. Autor: NIAID/NIH. Fonte: Commons Wikimedia ([https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Healthy\\_Human\\_T\\_Cell.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Healthy_Human_T_Cell.jpg))

Capítulos 11 e 12: Células dendríticas no epitélio da córnea. Autor: Zhiguo.he. Fonte: Commons Wikimedia ([https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Dendritic\\_cells\\_in\\_corneal\\_epithelium.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Dendritic_cells_in_corneal_epithelium.jpg))

Capítulos 13 e 14: Inflamação da próstata. Autor: Nephron. Fonte: Commons Wikimedia ([https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Inflammation\\_of\\_prostate.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Inflammation_of_prostate.jpg))

Capítulos 15 e 16: Anticorpo VRC01 ligado ao HIV. Autor: NIAID. Fonte: Commons Wikimedia ([https://commons.wikimedia.org/wiki/File:VRC01\\_Antibody\\_Bound\\_to\\_HI](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:VRC01_Antibody_Bound_to_HI))



[V \(5326682477\).jpg](#))

Capítulos 17 e 18: Bactéria Salmonella. Autor: NIAID. Fonte: Commons Wikimedia  
([https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Salmonella\\_Bacteria\\_\(5613656967\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Salmonella_Bacteria_(5613656967).jpg))

Capítulos 19 e 20: Célula Dendrítica Folicular. Autor: Aszakai. Fonte: Commons Wikimedia  
([https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Follicular\\_Dendritic\\_Cell.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Follicular_Dendritic_Cell.jpg))

Capítulos 21 e 22: Célula assassina humana natural. Autor: NIAID. Fonte: Commons Wikimedia  
([https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Human\\_Natural\\_Killer\\_Cell\\_\(29120480442\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Human_Natural_Killer_Cell_(29120480442).jpg))

Capítulos 23 e 24: Tumor carcinoide típico do pulmão, padrão trabecular. Autor: The Armed Forces Institute of Pathology (AFIP). Fonte: Commons Wikimedia  
([https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Typical\\_carcinoid\\_tumor\\_of\\_the\\_lung\\_trabecular\\_pattern.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Typical_carcinoid_tumor_of_the_lung_trabecular_pattern.jpg))

Capítulos 25 e 26: Transferrina e miosina dentro de HELAs. Autor: D William Provance Jr et al. Fonte: Commons Wikimedia  
([https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Transferrin\\_and\\_myosin\\_inside\\_HELAs.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Transferrin_and_myosin_inside_HELAs.jpg))

Capítulos 27 e 28: A resposta de propagação e expansão das células NK. Autor: Natural Killer Cell Signal Integration Balances Synapse Symmetry and Migration. PLoS Biol. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1000159>. Fonte: Commons Wikimedia  
([https://commons.wikimedia.org/wiki/File:C%C3%A9lula\\_NK\\_Sinapsis\\_Imunol%C3%B3gica.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:C%C3%A9lula_NK_Sinapsis_Imunol%C3%B3gica.png)).

ORGANIZADORES  
ORGANIZERS

DANIEL MANZONI DE ALMEIDA  
CAIO COTTA NATALE  
PAULA SEIXAS MELLO

# IMUNOLOGIA NA SALA DE AULA

SEQUÊNCIAS DE ENSINO

---

# IMMUNOLOGY IN THE CLASSROOM

TEACHING SEQUENCES

O E-book “Imunologia na sala de aula: sequências de ensino” é o resultado dos esforços de um grupo de educadores e imunologistas na contribuição pela aproximação entre educação e pesquisa em imunologia. O ebook composto por 14 capítulos redigidos por pesquisadores de várias regiões do Brasil.

Boa leitura!

The E-book “Immunology in the Classroom: Teaching Sequences” is the result of the efforts of a group of educators and immunologists to contribute to bringing education and research in immunology together. The ebook consists of 14 chapters written by researchers from various regions of Brazil.

Good reading!

