

O USO DE MODELOS DIDÁTICOS EM UMA AULA PRÁTICA DE IMUNOLOGIA: CONTRIBUIÇÕES PARA FORMAÇÃO DOCENTE INICIAL EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

**Rayan Expedito Silva¹; Letícia Ferreira Figueiredo Moreira Vieira²;
Rodrigo Cerqueira do Nascimento Borba³; Júlia Gatti Ladeia Costa⁴;**

1 Universidade do Estado de Minas Gerais; rayan.1395869@discente.uemg.br;

2 Universidade do Estado de Minas Gerais; leticia.1395212@discente.uemg.br;

3 Universidade do Estado de Minas Gerais; rodrigo.borba@uemg.br;

4 Universidade do Estado de Minas Gerais; julia.costa@uemg.br.

RESUMO

Este trabalho apresenta um relato de experiência formativa baseado em uma aula prática de Imunologia, utilizando modelos didáticos desenvolvidos a partir de materiais acessíveis, baratos e alternativos, voltada para um curso de Licenciatura em Ciências Biológicas. O texto descreve os principais aspectos da atividade e busca articulá-los, destacando os cuidados ao explorar os conhecimentos imunológicos fundamentados na ciência de referência, além do desenvolvimento das dimensões didático-pedagógicas essenciais para o ensino de Ciências e Biologia. Acredita-se que a estratégia tenha gerado um impacto positivo, com potencial para promover e consolidar o aprendizado da técnica abordada, especialmente por oferecer elementos de didatização valorizados pelos futuros professores, que podem ser adaptados e ressignificados ao longo de sua prática docente. No entanto, a experiência também evidenciou algumas limitações, como a persistência de dificuldades de compreensão conceitual, mesmo após a realização da prática. Esse cenário convida os professores formadores de Ciências e Biologia a revisarem a atividade e a aprofundarem o diálogo teórico-metodológico, visando fortalecer tanto os conhecimentos imunológicos quanto às questões relacionadas ao ensino desse conteúdo.

Palavras-chave: ELISA; ensino de Biologia; ensino de Ciências; formação de professores; aula prática.

Eixo temático: 1 - Formação de Professores em Ciências e Biologia.

THE USE OF TEACHING MODELS IN A IMMUNOLOGY PRACTICAL CLASS: CONTRIBUTIONS TO INITIAL TEACHER TRAINING IN BIOLOGICAL SCIENCES

ABSTRACT

This paper presents a report of a training experience based on a practical class in Immunology, using teaching models developed from accessible, inexpensive and alternative materials, aimed at a Bachelor's degree course in Biological Sciences. The text describes the main aspects of the activity and seeks to articulate them, highlighting the care taken when exploring immunological knowledge based on reference science, in addition to the development of the didactic-pedagogical dimensions essential for teaching Science and Biology. It is believed that



the strategy generated a positive impact, with the potential to promote and consolidate the learning of the technique addressed, especially by offering teaching elements valued by future teachers, which can be adapted and reinterpreted throughout their teaching practice. However, the experience also highlighted some limitations, such as the persistence of difficulties in conceptual understanding, even after the practice was carried out. This scenario invites Science and Biology teacher trainers to review the activity and deepen the theoretical-methodological dialogue, aiming to strengthen both immunological knowledge and issues related to teaching this content.

Keywords: ELISA; Biology teaching; Science teaching; teacher training; practical class.

INTRODUÇÃO:

A Imunologia é a área da ciência responsável pelo estudo do sistema imunológico, cuja função é defender o organismo contra patógenos e substâncias estranhas, através da ativação e recrutamento células de defesa e secreção de moléculas para uma resposta coordenada (Abbas *et al.*, 2007/2019). O conhecimento imunológico é importante também para entender os processos nos quais o sistema imune se desregula e pode desencadear respostas indesejadas contra ele mesmo, como no caso de reações de hipersensibilidade ou doenças autoimunes. Hermógenes e colaboradores (2024) destacam também que o sistema imunológico possui um importante papel fisiológico, tanto na defesa do organismo contra patógenos ou moléculas estranhas, considerados non-self, quanto na regulação de respostas imunológicas e inflamatórias.

Assim, o estudo da Imunologia é de grande relevância para a vida humana e a sua relação com o ambiente em que está inserido, sendo crucial para a compreensão das ações que o corpo desempenha para a promoção da homeostasia, uma vez que está sob constantes ameaças (Rodrigues; Neumann; Moraes, 2022). Essa ciência é, portanto, um tema relevante para uma boa formação científica e cidadã, pois corrobora para o autoconhecimento do corpo humano e compreensão de como ele funciona, além de promover conhecimentos importantes para a saúde e o bem estar coletivos. Nesse sentido, seu estudo permite que as pessoas desenvolvam habilidades relacionadas à interpretação de mecanismos bioquímicos complexos do sistema imune e também ao desenvolvimento da capacidade de analisar criticamente problemas e soluções sob cenários clínicos individuais e coletivos. É preciso considerar também que o estudo da Imunologia contribui para o surgimento de novas tecnologias como o desenvolvimento

de vacinas e de tratamento para doenças autoimunes e alérgicas, por exemplo (Murphy, 2014).

No contexto da Educação Básica, esse é um assunto geralmente trabalhado nas disciplinas escolares de Ciências e Biologia, abordando-se conceitos básicos de viés utilitário relacionados à prevenção ou tratamento de doenças, como a vacinação ou a produção de soros (Andrade, 2015). Por outro lado, no Ensino Superior, a Imunologia tende a ser lecionada sob uma perspectiva mais acadêmica e livresca em cursos para a formação de profissionais da saúde, tais como Ciências Biológicas, Enfermagem, Medicina Veterinária, Medicina, Biomedicina e Farmácia, dentre outros (Siqueira-Batista et al, 2009; Mello, 2019). Contudo, essa tendência pode representar desafios para o ensino e a aprendizagem dessa ciência especialmente por estudantes de graduação em Ciências Biológicas, uma vez que esse público costuma demandar também a articulação com processos formativos que se relacionem com a prática pedagógica, abordando dimensões ligadas à didatização dos conhecimentos científicos e ao trabalho educativo durante a formação docente inicial (Vale Filho, 2020).

O conhecimento relacionado à Imunologia progrediu rapidamente no campo científico à medida que novas ferramentas tecnológicas como o advento e otimização de técnicas de biologia celular e molecular se tornaram disponíveis, revelando detalhes dos processos imunológicos complexos e bem como a sua delicada regulação. Essa ciência encontra-se em constante atualização. As citocinas, por exemplo, eram compreendidas pelo seu efeito localizado e foram reconhecidas como sinalizadores de longa distância, capazes de coordenar respostas imunes sistêmicas (Dinarello, 1999), porém durante a COVID-19 foram utilizadas como forma de rastreio para a hiperinflamação, por causa da quantidade grande de sua produção durante a resposta imune (Brandão et al; 2020). Outro exemplo relevante foi a identificação de novos tipos de receptores imunológicos, como os *Toll-like receptors* (TLRs) em 1997, o que colaborou para a compreensão de como o sistema imune detecta e responde a patógenos (Murphy, 2014). Esses exemplos demonstram como essa área do conhecimento está em franca expansão em termos de conteúdo e também de complexidade.

Dessa forma, ensinar sobre essa temática não é uma tarefa fácil principalmente porque ela permeia uma exorbitante quantidade de termos e nomenclaturas relacionadas a células e moléculas envolvidas nos processos de resposta imunológica, que muitas vezes é abstrata, difícil de ser visualizada e de compreensão pouco intuitiva (Andrade e Silva, 2019). Diante desse contexto, pensar processos de formação científica e tecnológica voltados à promoção de conhecimentos imunológicos se torna um desafio presente tanto no Ensino Superior, quanto na Educação Básica.

Ao mirarmos um curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, refletir sobre diferentes modos de se ensinar a Imunologia e simultaneamente contemplar aspectos relacionados à didatização dela, como forma de fomentar práticas de formação docente, se torna um desafio ainda maior. Por isso, neste trabalho relatamos uma experiência com ensino de Imunologia voltada à formação docente inicial de professores de Ciências e Biologia em uma universidade pública mineira. Nosso objetivo é discutir possíveis contribuições científicas e educacionais da aula prática a ser contextualizada e descrita nesse texto, considerando especialmente o fomento à docência.

DESENVOLVIMENTO E DISCUSSÃO DA PRÁTICA:

A aula prática proposta foi pensada para que pudesse ser realizada sem a necessidade de equipamentos ou reagentes que pudessem ser dispendiosos ou de difícil acesso, mas sim utilizando material adaptado e facilmente encontrado em lojas de artigos para festas. O tema da aula prática foi o teste diagnóstico ELISA (do inglês *Enzyme Linked ImmunonoSorbent Assay*). Esse é um teste amplamente utilizado para detectar a presença de antígenos ou anticorpos em amostras biológicas.

O ELISA é uma ferramenta útil para diagnóstico de doenças infecciosas, alergias, e na pesquisa científica realizada na área médica. Os princípios que norteiam esse teste são: a especificidade (a ligação entre antígenos e anticorpos é altamente específica, permitindo a detecção precisa de alvos específicos), a amplificação (o uso de um anticorpo secundário marcado com enzima amplifica o sinal, aumentando a sensibilidade do teste) e a quantificação (a intensidade da resposta colorida ou fluorescente permite a quantificação da concentração do analito na amostra).

Destes princípios, a especificidade é o que tem maior interesse nessa proposta didática por se tratar de um princípio chave para o entendimento da resposta imune adaptativa. Como o reconhecimento e a ligação entre antígenos e anticorpos ocorrem em nível molecular, muitas vezes os estudantes têm dificuldade em compreender esse processo. Por isso, optamos por utilizar o teste como modelo para exemplificar essa reação e investimos em adaptações didáticas, seguindo os princípios do procedimento laboratorial real. Nesse processo, foi importante o uso de materiais acessíveis e de baixo custo, algo passível de ser mobilizado pelos licenciandos em suas atividades futuras nos estágios supervisionados ou como docentes. Assumimos então que os conhecimentos científicos escolares guardam especificidades pedagógicas e utilitárias próprias à dimensão didática, que contribuem para que estes se tornem ensináveis e apreensíveis pelos estudantes, mesmo que haja uma vinculação direta aos conhecimentos acadêmicos vinculados à ciência de referência, mais abstratos e recursivos (Vilela, 2014; Selles e Ferreira, 2005).

Para a realização da prática foi necessário: um substrato sólido que representasse um poço da placa de polipropileno de 96 poços, um modelo de agente infeccioso e seus antígenos, amostras de pacientes que possuíam ou não anticorpos específicos contra o agente infeccioso, além de um modelo de conjugado e de substrato.

Foi obtido no mercado balas de goma coloridas e aromatizadas artificialmente em formatos diversos: o cubo, a pirâmide e o cilindro. Os três formatos variam nas cores: amarelo, azul, rosa, laranja e verde (Fig.1A). Por fim, eles foram obtidos em pacotes individuais de 15 g (Fig.1B). Dessa maneira, cada pacote individual simbolizava um parasito unicelular, denominado parasito X, com seus diversos antígenos representados pelas balas em formatos e cores diversas. O teste originalmente é realizado em uma placa de polipropileno de 96 poços nos quais os antígenos são imobilizados após a incubação *overnight*. Para representar essa superfície sólida foram utilizados potes de plástico para 500 mL redondos. No fundo de cada pote foram colados, com cola quente, as balas representando a incubação com os antígenos do parasito em questão (Fig.1C).

Figura 1: Os antígenos, o parasito unicelular e a preparação dos poços.



Fonte: Autores do modelo.

Para representar os anticorpos foram utilizados palitos de plástico coloridos em dois formatos, um em ponta de bolinha e o outro modelo em formato de espada. A ideia foi preparar com esse material modelos que se assemelham aos anticorpos do tipo Imunoglobulina G (IgG). Os anticorpos IgG são essenciais na imunidade adaptativa, conferindo proteção a longo prazo e desempenhando um papel importante em respostas a infecções e vacinas. Eles têm uma estrutura em forma de "Y", composta por duas cadeias pesadas (*heavy chains*) e duas cadeias leves (*light chains*). As extremidades das cadeias leves e pesadas contêm regiões variáveis, que são responsáveis pela especificidade do anticorpo e ficaram representadas pelo formato de garfo ou de espadinha (Fig. 2A e 2B). Essas regiões se ligam a antígenos específicos. As partes do anticorpo que não variam entre diferentes anticorpos IgG são as regiões constantes. Elas são importantes para as funções efetoras do anticorpo, como a ativação do sistema complemento ou a ligação a células imunológicas. Dessa forma, as amostras fictícias dos pacientes possuíam uma mistura desses anticorpos produzidos, podendo ter ou não os anticorpos com especificidade aos antígenos do parasito (Fig. 2C).

Figura 2: A construção dos anticorpos e a preparação das amostras.



Fonte: Autores do modelo.

No teste de ELISA, após a etapa de incubação da amostra do paciente é realizada a adição do conjugado. O conjugado consiste em um anticorpo monoclonal específico para o antígeno de interesse e é conjugado a uma enzima (como a peroxidase ou fosfatase alcalina). Esse anticorpo se liga ao antígeno, se presente. O ELISA proposto foi um ELISA indireto, que detecta a presença de anticorpos do paciente. Por isso, produzimos novamente modelos didáticos de moléculas de IgG, mas desta vez com palitos transparentes simbolizando os anticorpos monoclonais, ou seja, anticorpos produzidos a partir de uma única linhagem de células B, o que significa que todos eles são idênticos e reconhecem o mesmo epítipo em um antígeno específico (Fig. 3). E o antígeno reconhecido, neste caso, é a porção conservada dos anticorpos IgG anti-parasito X, ou seja, as bolinhas. Para representar a enzima peroxidase utilizamos sachês de chá de camomila e água para representar o substrato.

Figura 3: A construção do conjugado.



Fonte: Autores do modelo.

Para melhor aproveitamento da aula prática, a turma foi separada em cinco grupos, nomeados Grupo 1 a Grupo 5. Os estudantes não sabiam previamente, mas em cada pote de plástico que receberam e que simbolizava o poço incubado com os antígenos do parasito X, havia uma mistura de balas em diferentes cores e formatos, embora todas as pirâmides fossem da mesma cor. Para que a atividade fizesse sentido, estabeleceu-se que a especificidade dos anticorpos funcionaria da seguinte forma: apenas os anticorpos em formato de garfo reconheceram as pirâmides que são da mesma cor que ele. Ou seja, anticorpos em garfo amarelo reconhecem pirâmides amarelas e assim por diante.

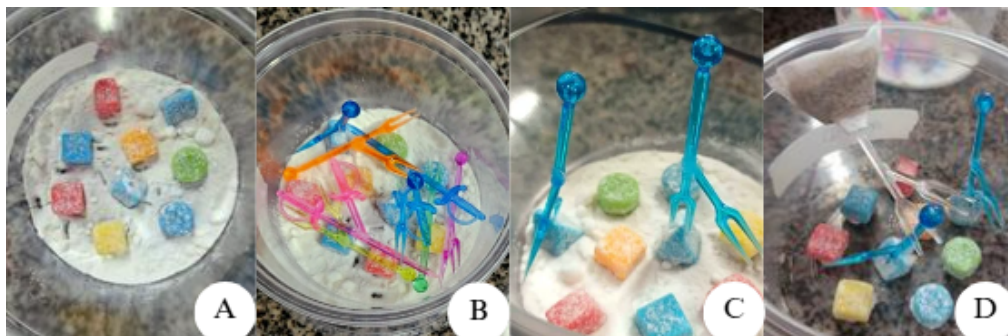
Dessa forma, o Grupo 1 recebeu dois potes com representações de antígenos diversos, mas nos quais havia pirâmides apenas na cor amarela. Em seguida, eles receberam o que representava a amostra de dois pacientes: paciente A e B. As amostras dos pacientes do Grupo 1 continham uma mistura dos anticorpos produzidos. Eles também não tinham conhecimento, mas apenas em uma das amostras (A ou B) havia anticorpos em formato de garfo amarelo e na outra não. De modo que eles puderam visualizar como ocorre o resultado positivo (presença de anticorpo específico na amostra) e negativo (ausência de anticorpos na amostra). Reforçando o princípio da especificidade do teste.

Toda essa descrição serve para indicar os cuidados na integração dos conhecimentos específicos e das práticas próprias da ciência de referência, a Imunologia, com as dimensões pedagógicas necessárias ao trabalho formativo com futuros professores de

Ciências e Biologia, aproximando-os de questões, adaptações e vivências mais próximas ao que eles poderão encontrar ou desenvolver na atuação em escolas com foco nas reflexões sobre as possibilidades de construção dos conhecimentos científicos em sala de aula mediadas pela linguagem e pelos materiais didáticos (Driver *et al*, 1999 Colinvaux, 2005; Marandino, Selles e Ferreira, 2017).

A aula iniciou com uma breve apresentação teórica retomando conceitos importantes para a execução da prática. Em seguida os estudantes receberam o roteiro da realização do ELISA adaptado que continha, além das instruções e explicações de cada etapa, algumas perguntas norteadoras das discussões. As etapas foram as seguintes: bloqueio da placa, que foi feito com açúcar de confeiteiro; adição da amostra, com reconhecimento ou não do antígeno; adição do conjugado; adição do substrato, que foi feito com adição de água para que nas amostras positivas, nas quais o anticorpo e o conjugado ficaram ligados, ocorresse a liberação de cor proveniente do chá de camomila.

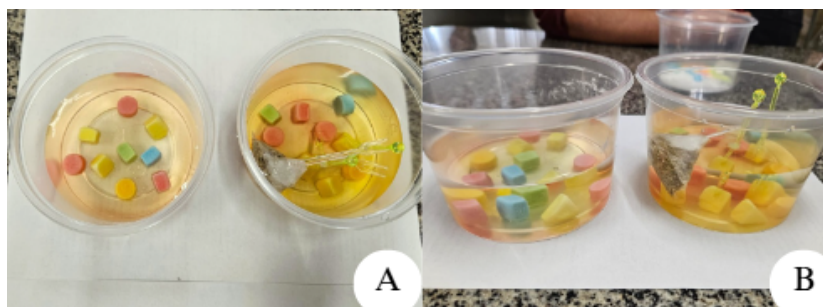
Figura 4: Etapas de realização do teste ELISA.



Fonte: Autores do modelo.

O resultado final do teste pode ser visualizado pelos estudantes considerando a diferença da intensidade da cor (Fig 5). O pote do lado esquerdo representa o resultado do teste com a amostra negativa e do lado o resultado do teste com a amostra positiva em vista superior (Fig 2A) e lateral (Fig 2B).

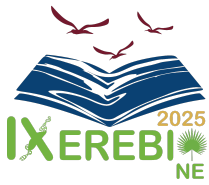
Figura 5: Resultado final da realização do teste de ELISA.



Fonte: Autores do modelo.

A articulação e a integração de conteúdos em atividades teórico-práticas são fundamentais, pois incentivam a participação ativa do estudante na construção de seu próprio conhecimento e podem promover o aprendizado em grupo. Essas estratégias são vistas como potenciais catalisadoras que proporcionam um processo de ensino-aprendizagem mais dinâmico e eficaz (Ferreira et al., 2017). A prática proposta obteve bastante envolvimento dos estudantes, propiciou o surgimento de dúvidas, esclarecimentos de processos e a melhor apropriação dos conceitos.

A comunicação, a formação e a disseminação da ciência podem ser desenvolvidas por meio de instrumentos e recursos adequados que contribuam dialogicamente para suprir demandas do público-alvo. Nesse sentido, aposta na diversificação do aparato pedagógico e na ressignificação de técnicas científicas de acordo com os contextos escolares, adaptando-as e produzindo novos significados, corroboram para que o conhecimento científico não continue reservado a um só grupo social, contribuindo para o desenvolvimento econômico, científico e tecnológico do país em prol de uma sociedade mais justa e igualitária. O uso de modelos didáticos que simulam/representam materiais de laboratório têm um grande potencial, uma vez que permitem que os alunos interajam diretamente com o objeto de estudo, promovendo a participação, além de serem de baixo custo e fáceis de se confeccionar, podendo beneficiar também o ensino das pessoas com deficiência a partir de cuidados e mediações didáticas específicas para essa intencionalidade (Pio e Alves, 2024).



CONSIDERAÇÕES FINAIS:

Por meio do ensino e do aprendizado de conceitos de Imunologia é possível promover ações que colaboram para a formação de cidadãos críticos e conscientes sobre a importância do sistema imunológico, a saúde pública e o autocuidado. Por meio da atividade relatada, com a utilização dos modelos didáticos adaptados para a compreensão de uma técnica imunológica complexa em um curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, foi possível oferecer aos estudantes uma perspectiva para compreender a teoria sobre uma ótica didatizada que poderá ser levada para a prática docente.

Ao longo da atividade, foi possível notar o engajamento dos estudantes em seus grupos, sendo fundamental para a compreensão das etapas para a realização do procedimento da aula prática e o arcabouço teórico-metodológico por trás dos cuidados didáticos envolvidos no planejamento e na realização dela. A abordagem, na medida em que correlacionou os termos com os materiais utilizados que estavam sendo representados para a detecção dos anticorpos representados, facilitou a interpretação dos estudantes.

A abordagem metodológica, pautada na adaptação de uma aula prática por meio de modelos didáticos, revelou também desafios relacionados à dificuldade de abstração de alguns poucos estudantes para relacionar o modelo didático com os componentes reais do teste ELISA, apesar dos conceitos e procedimentos terem sido explicados de forma detalhada e contextualizada antes da prática de modo teórico e ilustrado. A prática feita com materiais acessíveis e de baixo custo facilitaria sua replicação em contextos educacionais com limitação de recursos.

A proposta ainda estimulou os docentes formadores a explorarem as possibilidades que se apresentam tanto para aprimorar a atividade, quanto para planejar e desenvolver outras que caminhem nesse sentido a partir da integração de disciplinas de cunho científico-biológico com outras de viés didático-pedagógico.



REFERÊNCIAS

ANDRADE, V. A. de; ARAÚJO-JORGE, T. C. de; SILVA, R. C. Concepções discentes sobre imunologia e sistema imune humano. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 21, n. 3, p. 01-22, dez. 2016.

ANDRADE, V. A. de; et al. A imunologia no segundo segmento do Ensino Fundamental Brasileiro. **Ciências & Cognição**, v. 20, n. 1, p. 142-154, 2015.

ABBAS, A. K.; LICHTMAN, A. H.; PILLAI, S. **Imunologia celular e molecular**. 9. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2019. Trad. por C. Reali et al. (Obra original publicada em 2007).

BRANDÃO, S. C. S.; GODOI, E. T. A. M.; RAMOS, J. O. X.; MELO, L. M. M. P.; SARINHO, E. S. C. COVID-19 grave: entenda o papel da imunidade, do endotélio e da coagulação na prática clínica. **J Vasc Bras**, 2020; 19: e20200131. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1677-5449.200131>.

CASTOLDI, L.; ALBIERO, L. R. Ensino de imunologia: atividades na graduação e no ensino médio. **Scientific Electronic Archives**, v. 15, n. 1, 2021.

COLINVAUX, D. Aprendizagem: as questões de sempre, a pesquisa e a docência. **Ciência em Tela**, v. 1, p. 1-11, 2008.

DRIVER, R.; ASOKO, H.; LEACH, J.; MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. Construindo conhecimento científico na sala de aula. **Química Nova na Escola**, n. 9, 1999, p. 31-39.

FERREIRA, M. V. F. et al. Relato de experiência: prática de imunologia para estudantes de graduação em enfermagem. **REME-Revista Mineira de Enfermagem**, v. 21, n. 1, 2017.

HERMÓGENES, A. L. N. et al. A resposta imune contra a dengue como fenômeno de ancoragem para abordar concepções alternativas de imunologia no ensino médio. 2024.

MARANDINO, M.; SELLES, S. E.; FERREIRA, M. S. A experimentação científica e o ensino experimental em Ciências e Biologia. In: **Ensino de Biologia: histórias e práticas em diferentes espaços educativos**. Coleção Docência em Formação, Cortez Editora, 2017.

MURPHY, K. **Imunobiologia de Janeway-8**. Artmed Editora, 2014.

RODRIGUES, C. P. F.; NEUMANN, K. R. S.; MORAIS, P. B. **Imunologia básica: uma revisão aplicada a estudantes**. 2022.

SIQUEIRA-BATISTA, R.; GOMES, A. P.; ALBUQUERQUE, V. S.; MADALON-FRAGA, R.; ALEKSANDROWICZ, A. M. C.; GELLER, M. Ensino de imunologia na educação médica: lições de Akira Kurosawa. **Revista Brasileira de Educação Médica** (Impresso), v. 33, p. 186-190, 2009.



IX ENCONTRO REGIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA - NORDESTE
"EDUCAÇÕES E BIOLOGIAS: pluralidade de abordagens e interseção dos espaços educativos"
Universidade Federal do Delta do Parnaíba - UFDPAr
19, 20, 21 e 22 de Março de 2025

VILELA, M. L. Finalidade das 'Ciências' no segundo segmento do ensino fundamental. In: AYRES, A. C. M.; CASSAB, M.; LIMA-TAVARES, D. (Orgs.). **Ao longo de toda a vida**: conhecer, inventar, compreender o mundo. 1. ed. Curitiba: Prismas, 2014, p. 47-67.

SELLES, S. E.; FERREIRA, M. S. Disciplina escolar Biologia: entre a retórica unificadora e as questões sociais. In: MARANDINO, M.; SELLES, S. E.; FERREIRA, M. S.; AMORIM, A. C. R. (Orgs.). **Ensino de Biologia**: conhecimentos e valores em disputa. 1. ed. Niterói: EDUFF, 2005, v. 1, p. 50-61.

de SOUZA PIO, W. S.; da SILVA ALVES, J. M. Recursos e ferramentas didáticas para o ensino de imunologia. **Revista De Ensino De Bioquímica**, v. 22, n. 1, p. 1-40, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.16923/reb.v22i1.1067>.

VALE FILHO, M. A. **Imunocards**: aprendendo as defesas do organismo jogando. Trabalho de Conclusão de Mestrado – TCM apresentado ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia - PROFBIO. Mossoró-RN, 2020.