

CONSTRUÇÃO DE MOLÉCULAS DE ANTICORPOS ATRAVÉS DE PEÇAS DE ENCAIXE: UMA PROPOSTA PARA AS AULAS DE IMUNOLOGIA

Veronica Figueiredo do Amaral¹, Matheus Ferreira Romão², Vitória Lissa de Oliveira Marques³, Natan Melo Zefiro⁴, Jussara Lagrota-Candido⁵

Resumo:

Os livros e textos científicos da área da Imunologia utilizam diversas representações visuais para explicações sobre a interação antígeno-anticorpo. Entretanto, a maioria das representações são extremamente simplificadas levando a uma compreensão equivocada da estrutura básica da molécula de anticorpo prejudicando o entendimento das suas funções imunológicas. Dessa forma, os modelos lúdicos didáticos podem ser importantes ferramentas de ensino. O objetivo deste estudo é apresentar uma proposta de atividade lúdica e interativa para ser aplicada em sala de aula sobre a estrutura dos anticorpos baseada na construção de protótipos com peças plásticas de encaixe que auxiliem na compreensão de tais estruturas e na consolidação do conhecimento. O maior número de acertos de questões específicas sobre anticorpos, evidenciou que a aula proporcionou uma maior compreensão da função biológica e da aplicação em abordagens profiláticas e terapêuticas.

Palavras-chave: modelo lúdico, imunologia, anticorpo, ensino, aprendizagem significativa



Recebido em: 18/03/2024

Aceito em: 01/05/2024

Publicado em: 20/12/2024

1 Professora de Imunologia do Departamento de Imunobiologia – UFF

2 Iniciação à Docência da disciplina de Imunologia – UFF

3 Monitora da disciplina Imunologia - UFF

4 Iniciação à Docência da disciplina de Imunologia – UFF

5 Professora de Imunologia do Departamento de Imunobiologia – UFF

Introdução

O ensino superior precisou atender às Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) que incluem um ensino crítico, reflexivo e criativo (Brasil. Lei no 9.394 de 20 de dezembro de 1996; Parecer CNE/CES nº 334/2019). Entretanto, a formação dos estudantes do ensino superior ainda tem sido acompanhada de algumas metodologias pedagógicas conservadoras, limitando-se a reprodução de informações, ao estilo do modelo de ensino denominado por Paulo Freire como educação “bancária” (Freire, 2011; Da Mata Fujita, 2016; Mitre, 2008).

O processo de ensino-aprendizagem é complexo e desafiador sendo essencial o comprometimento dos docentes acompanhado do empenho e reflexão dos discentes (Mitre, 2008). O progresso da informação científica sobre imunologia tem ocorrido de forma intensa, e docentes e profissionais da saúde precisam constantemente renovar seus conhecimentos (Andrade et al., 2016).

A disciplina Imunologia apresenta uma complexidade de conteúdo, havendo uma necessidade de consolidação conceitual dificultada pelo grande nível de abstração do conteúdo por parte dos alunos. Recentemente, com a pandemia da COVID-19, a imunologia foi muito debatida por cientistas e pela sociedade (Gonçalves, 2021).

Os modelos lúdicos são importantes ferramentas para a melhoria no desempenho dos processos de ensino e aprendizagem sendo fundamentais na Imunologia devido a sua complexidade (Campos et al., 2003, Schwarz, 2006, Damasceno et al., 2020; Gonçalves, 2021, Canto & Barreto, 2011).

Os livros didáticos na área da imunologia geralmente utilizam o modelo dos anticorpos (imunoglobulinas) simplificado com formato em Y. A necessidade da compreensão das representações científicas é importante a fim de se acompanhar o raciocínio científico durante o processo de comunicação (Perini, 2010). O modelo do anticorpo com formato em Y é baseado na análise de cristalografia de raio X da classe IgG onde as pontas dos braços Y apresentam os dois sítios de ligação ao antígeno e a cauda do Y pode ligar aos receptores celulares ou a moléculas efetoras do sistema imunitário (Murphy, 2014). Os anticorpos são produzidos pelos linfócitos B e encontram-se fixados às membranas celulares através da região representada pela cauda do Y ou livres no plasma e secreções. Entretanto, notamos grande dificuldade dos alunos na compreensão da estrutura de tais moléculas e em realizar a conectividade das diferenças estruturais com as importantes funções dos anticorpos. Portanto, práticas pedagógicas conservadoras podem não motivar o aluno, dificultando a sua capacidade de aprendizado sobre a estrutura do anticorpo e conseqüentemente sobre as funções na resposta imunológica.

O objetivo deste estudo é apresentar a proposta de uma aula lúdica e interativa sobre a construção de protótipos de imunoglobulinas com o uso de peças plásticas de encaixe que auxiliem na compreensão dos detalhes estruturais da molécula, a fim de conduzir ao entendimento sobre as diferenças estruturais e suas respectivas funções biológicas.

Métodos

Essas práticas pedagógicas têm sido aplicadas de forma regular para alunos da disciplina Imunologia. A aula acontece em salas com bancadas e a turma é dividida em grupos. Primeiramente, o monitor e/ou docente explica brevemente o objetivo da atividade e a importância do trabalho cooperativo. A seguir são disponibilizados em cada bancada os blocos de montar do tipo lego (Figura 1A). Dessa forma, os alunos são orientados a utilizar

os conhecimentos adquiridos na aula teórica para montar um anticorpo monomérico, ou seja, uma molécula simples. É instruído aos grupos que evidenciem as regiões das cadeias peptídicas e suas particularidades. Após todos os grupos terminarem a confecção, o relator do grupo apresenta os detalhes estruturais da molécula. Outro aluno do grupo fica responsável em realizar ilustração da molécula nomeando detalhes da estrutura. Durante essa atividade aproveita-se o anticorpo criado pelo grupo para evidenciar as partes resultantes da digestão enzimática, experimento clássico crucial para determinar as regiões do anticorpo e suas funções (Porter, 1959). Ao final dessa dinâmica, é solicitado a construção de um modelo para cada classe de anticorpo. Como algumas classes são poliméricas, essa atividade é realizada com as peças de montar estreladas (marca Pakitoys, modelo Plukt) que facilitam esse tipo de construção (Figura 1B). É solicitado que identifiquem as estruturas da molécula, incluindo os peptídeos presentes nos polímeros como a peça J e o componente secretor. Ao final da aula são explicadas as funções biológicas das classes de anticorpos e como isso está relacionado com as suas estruturas.

Para investigar o aproveitamento da atividade pelos alunos, foram analisadas as questões da avaliação da disciplina relacionadas a função e aplicações práticas do uso de anticorpos. Foi feita uma análise de desempenho comparando as respostas dos alunos presentes ou ausentes na aula. Além disso, foi solicitado aos alunos que fizessem uma avaliação da atividade pedagógica.

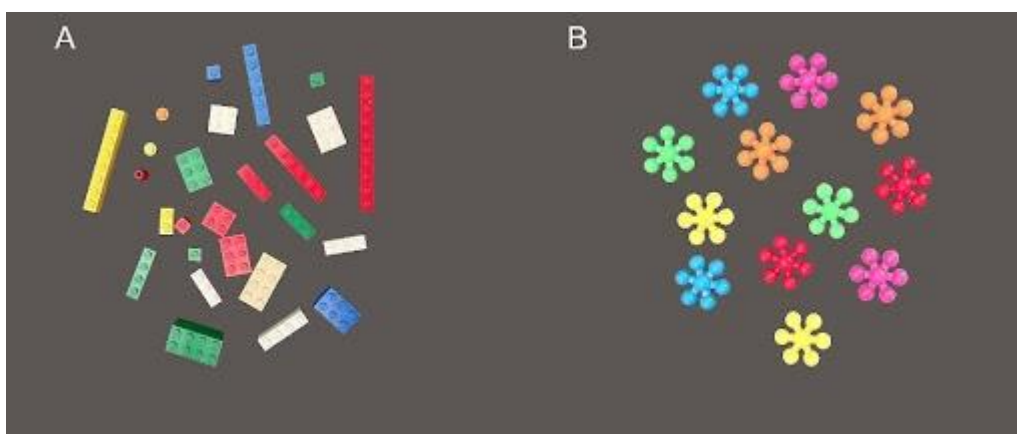


Figura 1: Material utilizado para a construção dos anticorpos. A – Blocos de montar do tipo lego. B – Peças de encaixe estreladas.

Resultados e Discussão

Durante a montagem da molécula de anticorpo, os alunos são orientados a utilizar cores de peças diferentes para enfatizar as cadeias polipeptídicas variáveis na região de reconhecimento do antígeno. Todo o trabalho é realizado em equipe, uma vez que as vivências cognitivas, afetivas e psicomotoras em sala de aula promovem o desenvolvimento da aprendizagem (Santos, 2007).

O anticorpo é constituído por 4 cadeias polipeptídicas: duas cadeias idênticas com sequências polipeptídicas longas denominadas de cadeias pesadas e 2 cadeias curtas idênticas, denominadas de cadeias leves. Ambas as cadeias são unidas por pontes dissulfídicas (Figura 2A). O local de ligação ao antígeno é formado pela região aminoterminal das cadeias pesadas e leves (Figura 2B). A região variável é diferente entre os milhares de anticorpos presentes num indivíduo e a região constante recebe esse nome por ser a mesma em todos os anticorpos de uma classe (Figura 2A).

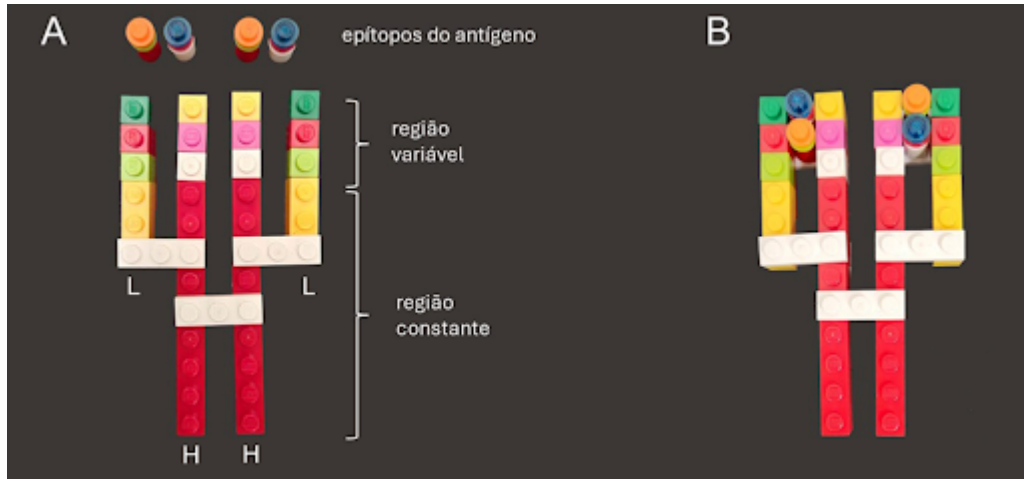


Figura 2: Modelo monomérico do anticorpo. A – Estrutura básica. H - cadeia pesada, L - cadeia leve. Na parte superior mostramos os epítomos (porção do antígeno que interage com o anticorpo). B- Interação antígeno-anticorpo ocorre na fenda formada pelas regiões variáveis das cadeias leve e pesada.

O experimento de digestão enzimática de Porter é demonstrado utilizando-se as estruturas básicas montadas pelos alunos. Dessa maneira, os estudantes visualizam os dois fragmentos idênticos gerados após a digestão, denominados Fab (fragmento de ligação ao antígeno) e outro fragmento denominado Fc (fragmento cristalizável), incapaz de se ligar ao antígeno (Figura 3). A porção Fc varia de acordo com a classe do anticorpo e com a capacidade de ligação às células e moléculas (Abbas, 2019). Dessa forma, durante o uso de soroterapia antiofídica, por exemplo, a eliminação do fragmento Fc por proteólise enzimática diminui os efeitos colaterais do soro (Herrera et al., 2005).

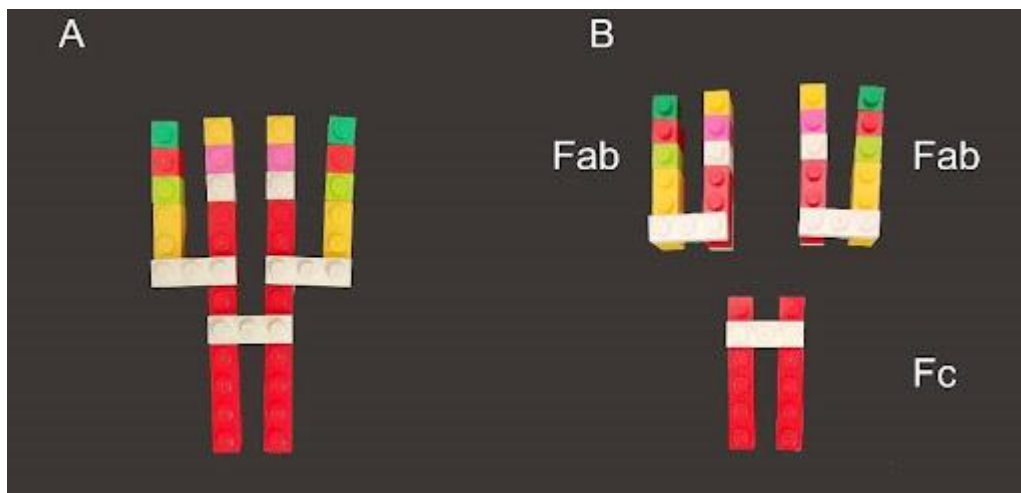


Figura 3: Digestão enzimática do anticorpo. A - Molécula básica do anticorpo. B – Fragmentos resultantes da digestão pela papaína. Fab – fração que liga ao antígeno e Fc – fração cristalizável

As peças de encaixe são usadas para montar as classes dos anticorpos, evidenciando que podem ser monômeros, dímeros, pentâmeros, dependendo da classe (Figura 4). Durante a construção das estruturas mais complexas fica evidente a participação da peça J em polímeros (IgM, IgA). Para demonstrar a estrutura da IgA encontrada em

mucosas e secreções, utilizou-se um elástico para evidenciar o componente secretor, que proporciona maior resistência a enzimas presentes na luz intestinal (Abbas, 2019). Além disso, os estudantes podem confeccionar modelos de possibilidades de ligação das diferentes classes com os epítomos dos antígenos (Figura 5).

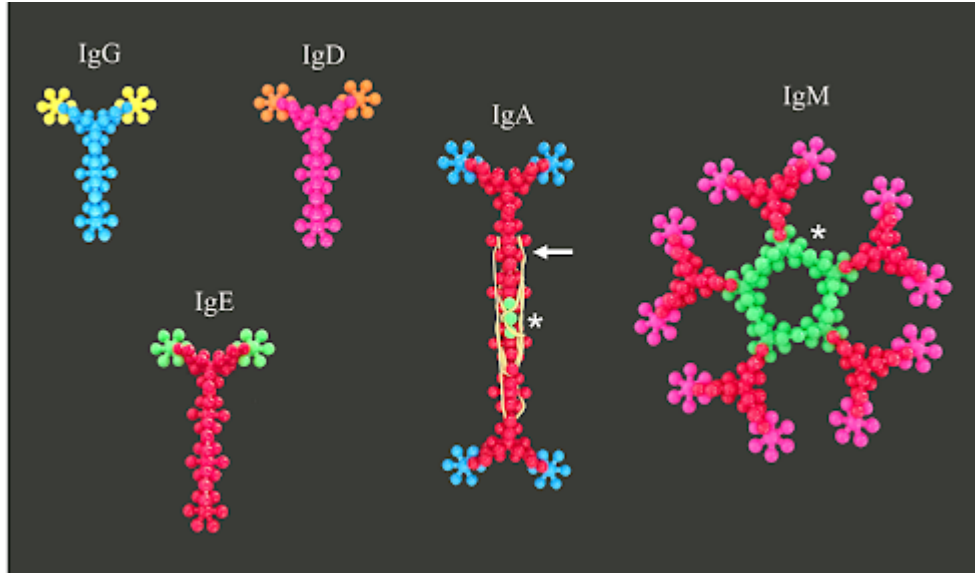


Figura 4: Classes de anticorpos construídas com as peças de encaixe. Asterisco - peças J, seta branca - componente secretor

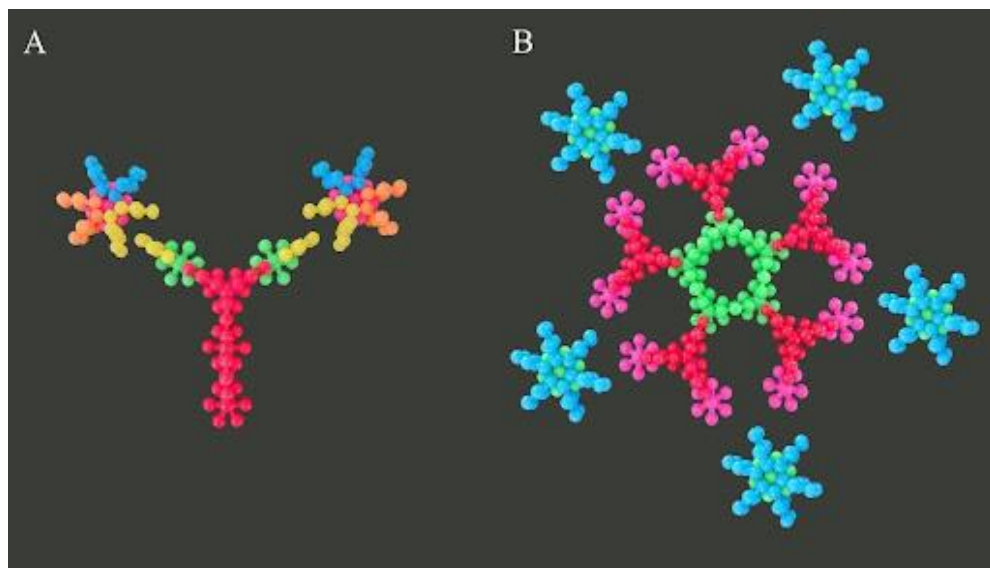


Figura 5: Possibilidades de ligações IgG (A) e IgM (B) aos epítomos de vírus. Os vírus foram representados como formas estreladas.

Além da construção e apresentação do modelo com peças de encaixe, os alunos também desenham as diferentes classes de anticorpos a fim de compreender sobre as particularidades estruturais e funcionais.

O questionamento sobre a atividade foi respondido por 83% dos 40 alunos presentes, sendo 100% das respostas positivas descrevendo a atividade como dinâmica, didática, integrativa e que proporcionou maior compreensão e fixação da estrutura dos anticorpos. Na análise das respostas às diferentes questões relacionadas a anticorpos

observou-se uma tendência a um maior índice de acertos entre os alunos que participaram da prática com peças de encaixe (Figura 6).

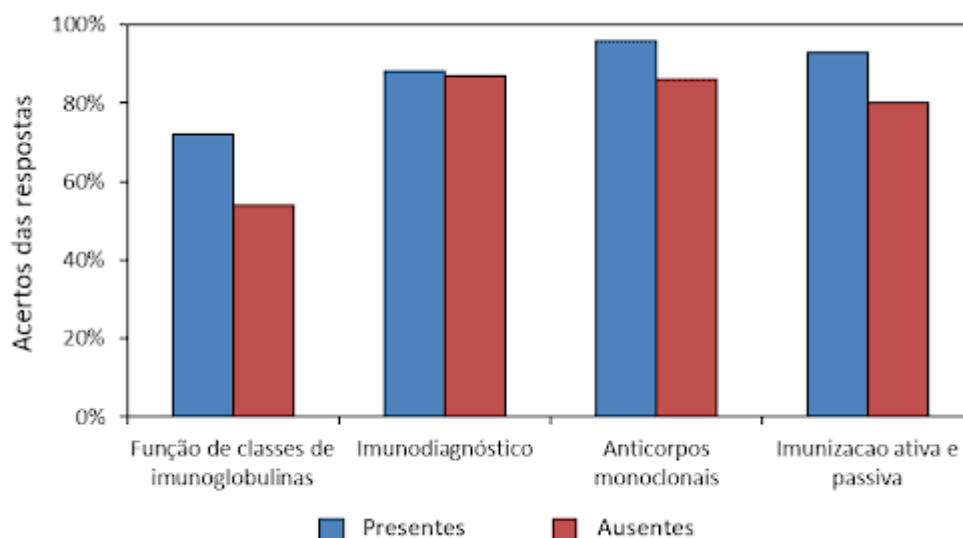


Figura 6: Respostas dos alunos, presentes e ausentes na prática com peças de encaixe, para diferentes questões na avaliação da disciplina. Presentes n = 40, Ausentes n=8.

Durante a crise sanitária da COVID-19, o monitor auxiliou de forma remota os estudantes na construção da estrutura do anticorpo para posterior elaboração de um vídeo com as explicações estruturais sobre as suas classes utilizando o aplicativo de livre acesso Lego Builder (Chrome Web Store, 2013) (Figura 7).

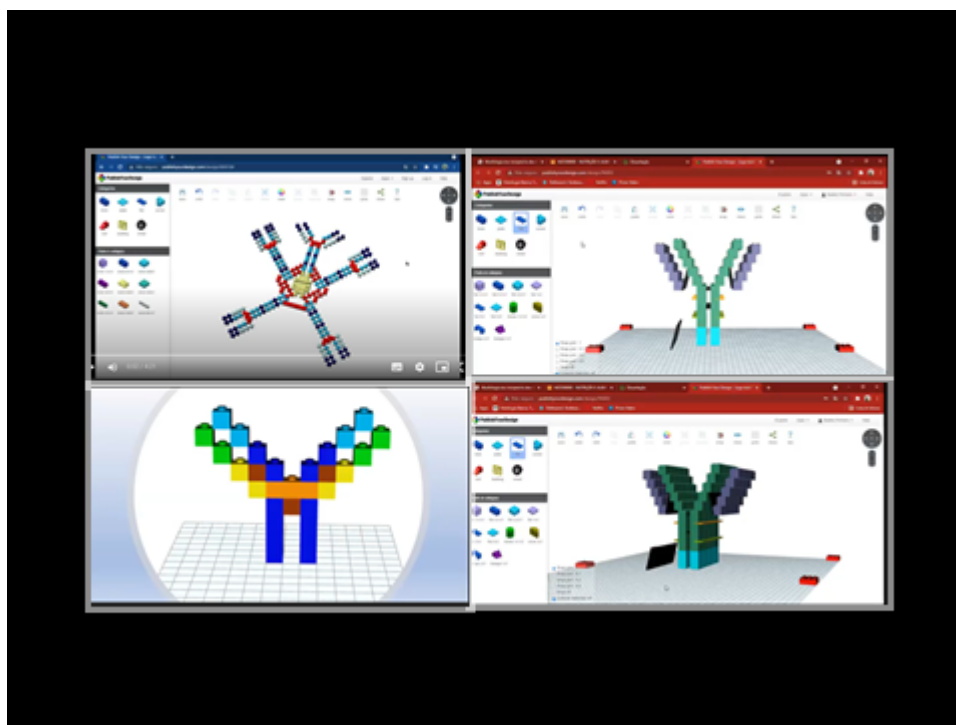


Figura 7: Diferentes classes de anticorpos construídas durante as aulas remotas. Capturas de tela de trechos do vídeo construído através do aplicativo Lego Builder.

Embora o objetivo das representações visuais seja a compreensibilidade dos fenômenos pelo estudante, o professor pode tender a simplificar, então deve-se atentar para não flexibilizar no uso dos termos técnicos e científicos. Segundo Fleck (1979), é possível que o pesquisador que utiliza símbolos e ilustrações omita por uma questão de simplicidade ou que supervalorize outros recursos que originalmente foram preparados apenas para simplificar a compreensão. Adicionalmente, as representações visuais são de importância significativa no contexto da própria ciência, porque influenciam a condução da pesquisa ou a seleção de objetos de pesquisa e as formas de questionamentos (Möbner, 2016).

Segundo Piaget, “Para conhecer um objeto é necessário agir sobre ele. Conhecer é modificar, transformar o objeto e compreender o processo dessa transformação e, conseqüentemente, compreender o modo como o objeto é construído” (Piaget, 1972, p. 1). Já Silva e colaboradores (2021), consideram a relevância de se enfatizar as conexões entre as representações visuais aos fenômenos e aos processos estudados. Além do mais, Piaget, comenta que o professor deve “inventar situações experimentais para facilitar a invenção de seu aluno” (apud Becker, 2017, p.24). Observando a dificuldade na aprendizagem de estudantes no ensino superior, o professor pode criar novas estratégias de ensino socializadoras que possam gerar novas possibilidades de conhecimento e que seja ao mesmo tempo prazerosa.

Conclusões

A dinâmica pedagógica de utilização dos blocos de montagem ou peças de encaixe desperta o interesse e prepara o estudante para o entendimento de fenômenos biológicos complexos e de interações químicas utilizadas em vários ensaios biológicos. Assim, o discente pode realizar as interligações de saberes entre as aulas percebendo que o

anticorpo não é uma peça isolada, mas sim uma molécula de grande impacto na complexa resposta imunológica. Portanto, essa atividade inovadora, dinâmica e interativa proposta para o ensino da estrutura dos anticorpos mostrou-se promissora e pode contribuir para a melhoria do ensino e aprendizagem na área da Imunologia.

Referências

ABBAS, A. K.; PILLAI, S; LICHTMAN, A. H. Imunologia celular e molecular. 9ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2019.

ANDRADE, V. A et al. Concepções discentes sobre imunologia e sistema imune humano. *Investigações em Ensino de Ciências*, v.21, n.3, p.01-22, Dez. 2016.

BECKER, F. PAULO FREIRE E JEAN PIAGET: TEORIA E PRÁTICA Schème: *Revista Eletrônica de Psicologia e Epistemologia Genéticas*, v. 9, p. 07-47, 25 jul. 2017.

BRASIL, Constituição; Brasil. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. *Diário oficial da União*, v. 134, n. 248, p. 27833-27833, 1996.

CAMPOS, L. M. L et al. A produção de jogos didáticos para o ensino de ciências e biologia: uma proposta para favorecer a aprendizagem. *Caderno dos núcleos de Ensino*, v. 47, p. 47-60, 2003.

CANTO, F. B; BARRETO, C. M. B. O vídeo como ferramenta didático-pedagógica sensibilizadora para o aprendizado de Imunologia. *Revista Aleph*, 2011.

CHROME WEB STORE. Lego Builder. Versão 0.0.0.5, 27 jul 2013. Disponível em <

<https://chrome.google.com/webstore/detail/lego-builder/mapnbjhfjionggfhlkmhjbmbpgfdlolh/related?hl=pt-BR>>. Acesso realizado em 13/03/2024.

DAMASCENO, K. A et al. Desenvolvimento e validação do jogo imuno alvo como metodologia ativa para o ensino de imunologia. 2020.

FLECK, L. *Genesis and development of a scientific fact*. University of Chicago Press, 1981.

FREIRE, P. *Pedagogia do oprimido*. 50ª. Ed. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 2011.

DA MATA FUJITA, J. A. L et al. Uso da metodologia da problematização com o Arco de Magueres no ensino sobre brinquedo terapêutico. *Revista Portuguesa de Educação*, v. 29, n. 1, p. 229-258, 2016.

GONÇALVES, T. M. A guerra imunológica das células contra os patógenos: a proposta de um modelo didático tridimensional de baixo custo para simulação da resposta imune celular mediada por linfócitos T CD8+. *Brazilian Journal of Development*, v. 7, n. 1, p. 4854-4860, 2021.

HERRERA, M et al. Factors associated with adverse reactions induced by caprylic acid-fractionated whole IgG preparations: comparison between horse, sheep and camel IgGs. *Toxicon*, v. 46, n. 7, p. 775-781, 2005.

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

MITRE, S. M et al. Metodologias ativas de ensino-aprendizagem na formação profissional em saúde: debates atuais. *Ciência & saúde coletiva*, v. 13, p. 2133-2144, 2008.

MÖBNER, N. Scientific Images as Circulating Ideas: An Application of Ludwik Fleck's Theory of Thought Styles. *Journal for General Philosophy of Science*, v. 47, n. 2, p. 307-329, 2016.

PERINI, L. Scientific representation and the semiotics of pictures. In P. D. Magnus & J. Busch (Eds.), *New waves in philosophy of science*. New York: Palgrave Macmillan, p. 131-155, 2010.

PIAGET, J. Development and learning. In LAVATTELLY, C. S. STENDLER, F. Reading in child behavior and development. New York: Hartcourt Brace Janovich, p.1, 1972.

PORTER, R. R. The hydrolysis of rabbit γ -globulin and antibodies with crystalline papain. *Biochemical Journal*, v. 73, n. 1, p. 119, 1959.

SANTOS, F. M. T. As emoções nas interações e a aprendizagem significativa. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, v. 9, p. 173-187, 2007.

SCHWARZ, V. R. K. Contribuição dos jogos educativos na qualificação do trabalho docente. Tese de Mestrado, Porto Alegre, 2006. Disponível em: <<https://hdl.handle.net/10923/3052>>. Acesso realizado em: 03/03/2024.

SILVA, F. C et al. Relação entre as dificuldades e a percepção que os estudantes do ensino médio possuem sobre a função das representações visuais no ensino de Química. *Ciência & Educação (Bauru)*, v. 27, p. 21061, 2021.