

A relação entre biomembranas e imunização através do Ensino por Investigação e a Aprendizagem baseada em Modelos: um relato de experiência com estudantes do 9º ano

Lucas Canova Pigaiani¹, André Peticarrari²

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo/ lucas.pigaiani@aluno.ifsp.edu.br

² Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo/ apeticarrari@ifsp.edu.br

INTRODUÇÃO

O Ensino por Investigação (EnCI) é uma abordagem didática centrada na proposta de problematizações para que os estudantes resolvam, a partir de seus conhecimentos prévios, experimentos práticos ou não e dos dados científicos que analisam durante a atividade (Carvalho, 2013). Essa abordagem pode promover habilidades como autonomia, argumentação científica, trabalho em grupo, vivência em ambiente investigativo (Carvalho, 2013; Sasseron, 2015; Scarpa e Campos, 2018). Além disso, o estudante é o foco do processo de aprendizagem, sendo uma abordagem ativa que permite ao estudante vivenciar um ambiente investigativo, favorecendo a compreensão da construção do conhecimento científico.

Outra abordagem didática que busca enfatizar o papel do estudante no processo de construção do conhecimento é a Aprendizagem Baseada em Modelos (ABM). Essa abordagem permite que o professor utilize de modelos para a explicação de conceitos científicos, sendo de extrema importância no ensino de Biologia, uma vez que é uma área do conhecimento que existe muitos conceitos abstratos e que podem ser ensinados de forma fragmentada e descontextualizada (Marandino, 2014). Outra possibilidade de abordagem é solicitar que os estudantes construam os modelos científicos, com base em dados comprovados cientificamente. Essa proposta pode favorecer o desenvolvimento de habilidades como: argumentação científica, criatividade, autonomia e trabalho em grupo (Brandão, 2008; Chen et. al, 2016; Gomes et. al, 2023; Justi, 2015).

A partir disso, o desenvolvimento de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) pode colaborar em um processo de ensino e aprendizagem que tem como foco o estudante e permite o desenvolvimento das habilidades citadas acima. O presente relato cita a aplicação de uma SEI, com uma problematização central caracterizada como Questão Sociocientífica (QSC) com o objetivo de tornar o ensino de biomembranas mais contextualizado com a realidade dos indivíduos, a partir de uma problematização que envolve pautas sociais e éticas. A problematização no ensino de Ciências pode contribuir com a aprendizagem dos estudantes, pois permite que eles desenvolvam habilidades de solucionar problemas e tomar decisões em situações do cotidiano (Capecchi, 2013). As QSC contribuem nesse sentido, pois são problematizações que envolvem temas que geram debates e relacionam os conceitos científicos com pautas sociais, éticas, políticas e morais (Genovese et. al, 2019).

Além disso, com a crescente divulgação de informações falsas e o avanço do negacionismo científico acerca da eficácia das vacinas, essa atividade se mostra fundamental para gerar um ambiente investigativo que proporciona aos estudantes analisarem dados comprovados cientificamente que justificam a importância das vacinas enquanto atitude de saúde coletiva.

Portanto, o presente estudo busca relatar a experiência analisada com uma turma de 9º ano, durante as aulas de Biologia, sobre uma SEI desenvolvida pelo próprio autor referente às relações entre membrana plasmática e os processos de imunização. A SEI une as abordagens do EnCI com a ABM, permitindo que os estudantes sejam protagonistas no processo de aprendizagem, e o professor assume o papel de mediador dos conhecimentos científicos auxiliando os estudantes nas discussões e promovendo novos questionamentos.

METODOLOGIA

O presente relato de experiência se baseou em uma Sequência de Ensino Investigativo (SEI) desenvolvida pelo próprio autor que une a abordagem do EnCI e a ABM. A experiência foi realizada em uma escola particular presente no município de Jundiaí (São Paulo) com uma turma de 9º ano contendo 16 estudantes durante as aulas de Biologia entre os meses de agosto e setembro de 2025 em que o pesquisador também foi o professor. Esse estudo faz parte da dissertação de mestrado do próprio autor.

A SEI proposta também traz uma problematização caracterizada como uma QSC com o objetivo dos estudantes se depararem com um questionamento presente na realidade e contexto social deles. Além disso, a ABM se faz presente ao final da SEI, a fim de que os estudantes desenvolvessem em grupos um modelo de membrana plasmática. A SEI é caracterizada como não experimental (Carvalho, 2013) e foi construída com base na proposta do ciclo investigativo de Scarpa e Campo (2018) a partir do ciclo investigativo citado por Pedaste et.al (2015). As atividades foram desenvolvidas durante 6 aulas de 50 minutos cada, porém, o questionário individual inicial foi aplicado em horário contraturno na escola, durante o período da tarde.

A primeira etapa, de forma individual, os estudantes responderam um questionário com perguntas conceituais a fim de avaliar os conhecimentos prévios dos estudantes. Além do questionário, os estudantes também deveriam elaborar mapas mentais sobre o que recordavam do tema. Após essas etapas individuais, os estudantes foram divididos em grupos de, aproximadamente 4 estudantes, para resolverem a SEI. Após a resolução da SEI, os estudantes desenvolveram os modelos de membrana plasmática apenas com os conhecimentos construídos durante a SEI, sem utilizar imagens ou referências. Por fim, de forma individual, os estudantes novamente tiveram de responder o questionário com as questões iniciais e elaborar um novo mapa mental, agora com os conhecimentos construídos durante todo o processo.

Durante todo o processo da atividade, foi entregue um bloco de notas sem custos aos estudantes para que eles utilizassem como um “diário de bordo” individual. Nesse diário os estudantes poderiam relatar as experiências vividas, as atividades que gostaram e não gostaram, as sensações e os desafios que tiveram durante a atividade através de textos, desenhos e esquemas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente, a SEI inicia com um texto de contextualização sobre dois irmãos que discutem a eficácia das vacinas após assistirem uma matéria do jornal sobre os casos de Covid-19 em uma cidade do interior de São Paulo. As primeiras questões possuíam o objetivo de que os estudantes relembressem dos conhecimentos construídos previamente acerca das biomembranas e dos processos de imunização. Essas questões poderiam ser respondidas na forma de texto e/ou na forma de desenhos ou esquemas (Fig.1). Dos quatro grupos, nenhum relatou se recordar sobre as biomembranas, no entanto, os grupos dissertaram sobre a imunização e a importância das células em proteger nosso organismo.

Figura 1. Representação sobre a relação entre biomembrana e imunização pelo grupo 3.



Fonte: O próprio autor

Após a contextualização e as etapas de avaliação dos conhecimentos prévios, a próxima pergunta é a problematização central da SEI: “Existe relação entre membrana plasmática e o processo de imunização?” Nessa etapa os estudantes deveriam elaborar as hipóteses iniciais. Durante as discussões foi possível observar e escutar os estudantes utilizando de argumentos científicos para defenderem suas ideias e de contra-argumentos para refutarem as concepções dos colegas. Portanto, inicialmente foi possível analisar como a elaboração de hipóteses acerca de uma problematização pôde favorecer o desenvolvimento de habilidades argumentativas, de respeitar o colega e de trabalho em grupo.

Todos os grupos elaboraram suas hipóteses defendendo que existia relação entre os dois conceitos, no entanto, não souberam como explicar corretamente. O grupo 1 respondeu que “talvez” a membrana plasmática ajudasse nesse processo. O grupo 2 citou que os anticorpos seriam enviados para a membrana plasmática, possibilitando a compreensão de que os anticorpos “já existem” e posteriormente são encaminhados para a membrana, não elaborando uma justificativa para sua hipótese. O grupo 3 cita que como os leucócitos possuem membrana plasmática, então ambos possuem relação com a imunização. Já o grupo 4 defende que

membrana plasmática e imunização possuem relação, mas a membrana plasmática protege a célula e o processo de imunização combate os agentes externos.

Após elaborarem as hipóteses iniciais, os estudantes iniciaram a sessão: Compreendendo a biomembrana e a imunização. Eles realizaram um experimento prático com água e óleo em um copo e deveriam relatar o que observaram no experimento através de texto e/ou desenho. Esse experimento tem como objetivo provocar novos questionamentos aos estudantes. Carvalho (2013) cita a importância de provocarmos novas reflexões e questionamentos aos estudantes e de incentivarmos que eles proponham novas questões e reflexões, com o objetivo de promover o letramento científico.

Uma vez que inseriram a água e o óleo, os estudantes relataram que os compostos não se misturam. Com isso, o professor questionou: “se água e óleo não se misturam, e ambos estão presentes na nossa membrana, como que a água atravessa a membrana?” Nesse momento os estudantes iniciaram um debate e citaram algumas ideias: “tem tipo um tubo que faz a água passar?” “tem alguma outra substância que deixa a água passar sem tocar no óleo?”

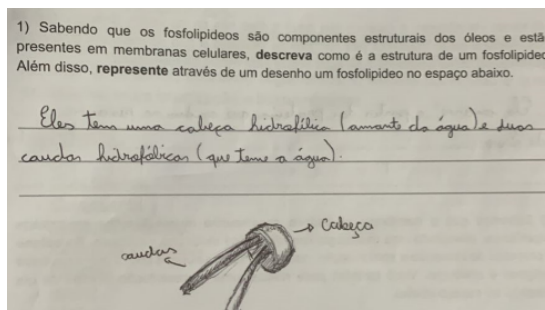
Após a discussão, o professor liberou que os estudantes realizassem a próxima etapa da SEI que se tratava da leitura de um trecho do texto sobre a estrutura das biomembranas retirado do livro Fundamentos de Biologia Celular escrito por Alberts (4ª ed., 2017). Por se tratar de uma SEI não experimental (Carvalho, 2013) a presença de textos é fundamental no andamento da atividade. Durante a leitura do texto os estudantes deveriam grifar os trechos que consideram importantes, podendo desenvolver habilidades de síntese e leitura. Além disso, a partir de Justi (2015), a leitura e grifo de trechos importantes pode desenvolver habilidades argumentativas relacionadas à capacidade de lidar com evidências e de analisar as informações necessárias para resolução de problemáticas.

Após a leitura do texto, os grupos iniciaram a seção seguinte, nomeada de: Membranas, óleos e imunização: qual a relação? Essa seção contava com perguntas mais complexas, como características dos fosfolípidos; características e funções da membrana plasmática; como ocorre o transporte de água pela membrana plasmática; quais as relações entre membrana plasmática e imunização, a partir das características e funções da membrana plasmática. A partir do texto lido e informações grifadas, os estudantes responderam de forma parcialmente correta ou completamente correta todas as questões. Nessa etapa, Sasseron (2013) enfatiza o papel do professor durante as etapas de uma SEI, sendo fundamental que ele possa indicar caminhos e orientar os estudantes na construção do conhecimento, sem que o estudante perca o papel “protagonista” no processo de aprendizagem.

A primeira questão solicitava que os estudantes representassem por texto e por desenho a estrutura do fosfolípido, a partir da leitura do texto. Os grupos souberam representar os

fosfolípidos e caracterizar suas estruturas, o grupo 1 representou o fosfolípido de forma bem próxima às representações atuais (Fig.4).

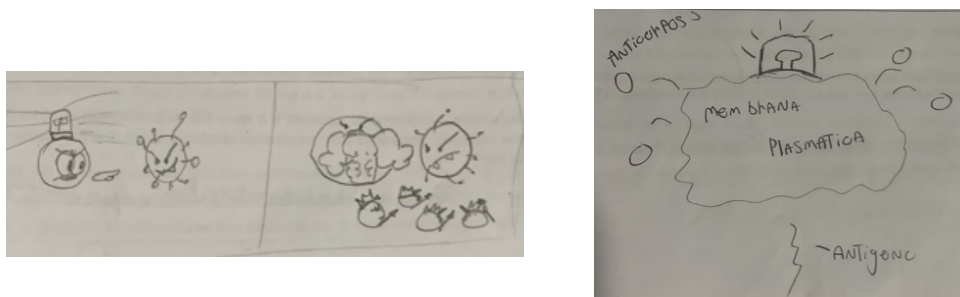
Figura 4. Representação do fosfolípido pelo grupo 1



Fonte: Próprio autor

A última questão que tinha o objetivo de relacionar a membrana plasmática com o processo de imunização e solicitava que os grupos elaborassem, além da resposta discursiva, um desenho de representação. Os grupos correlacionaram corretamente o papel de sinalização celular da membrana plasmática com o reconhecimento dos antígenos e representaram com desenhos essa relação (Fig.5).

Figura 5. Representação dos grupos 3 e 4 sobre a relação entre membrana e imunização

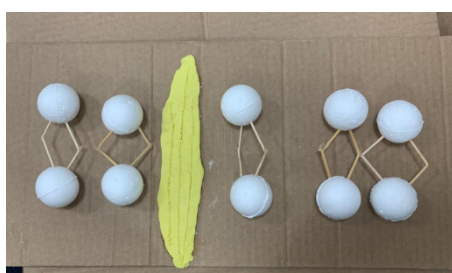


Fonte: O próprio autor

Após essa seção, iniciava a seção de criação dos modelos de membrana plasmática. Os estudantes foram orientados a discutirem sobre os materiais que seriam utilizados e qual integrante ficaria responsável em trazer cada material. Além disso, foi orientado que eles realizassem um rascunho/projeto de como seria realizado o modelo de membrana plasmática. É possível observar como o grupo destinou os materiais que cada integrante iria trazer, organizou como seria elaborado o projeto e relacionou o que cada material seria no modelo de membrana plasmática. Essa organização auxilia no desenvolvimento de trabalho em grupo, argumentação científica e autonomia dos estudantes (Brandão, 2008; Chen et. al, 2016; Gomes; Azevedo, 2023).

Na aula seguinte os estudantes elaboraram seus projetos de membrana plasmática e finalizaram com sucesso (Fig. 6). Os estudantes utilizaram da argumentação científica para defender seus projetos e explicaram cada estrutura presente no modelo.

Figura 7. Modelos desenvolvidos pelos grupos 1 (esquerda acima), 2 (direita acima), 3 (esquerda abaixo) e 4 (direita abaixo)



Fonte: O

próprio autor

A partir dos modelos desenvolvidos, é possível observar que os estudantes compreenderam a estrutura dos fosfolípideos, porém apenas o grupo 3 representou as proteínas de forma mais semelhante aos modelos atuais. O grupo 4 representou a passagem de água pelas proteínas, porém explicou esse transporte citando que as proteínas atravessavam o meio dos fosfolípideos, justificando que a água não passava pela parte hidrofóbica dos fosfolípideos. Após a apresentação dos grupos, o professor apresentou a imagem do modelo mais aceito atualmente através de imagens presentes na internet.

Por fim, os grupos reanalisaram suas hipóteses e reescreveram novamente, a partir dos conhecimentos (re)construídos (Tabela 1).

Tabela 1 – Hipóteses formuladas pelos grupos para a problematização

Grupos	Existe relação entre a membrana plasmática e o processo de imunização? (Hipótese inicial)	Existe relação entre a membrana plasmática e o processo de imunização? (Reavaliação da hipótese)
1	<i>Imaginamos que existe uma relação. Para a imunização ocorrer talvez a membrana plasmática ajude esse processo com células de defesa.</i>	<i>Sim, pois a imunização só se torna possível através da membrana plasmática, que ao realizar o reconhecimento dos patógenos ou patógenos enfraquecidos (como nas vacinas) garantem a ativação do sistema imunológico e consequentemente a imunização do organismo.</i>

2	<i>A nossa hipótese é de que os anticorpos são enviados pelo organismo para a membrana plasmática, o que é a primeira proteção para a célula, servindo como uma frota armada à espera do intruso.</i>	<i>Acreditamos que a hipótese se mantém inicial, visto que a membrana plasmática é a fronteira para a entrada de corpos, nutrientes e água na célula, o que liga ela diretamente com o processo de imunização.</i>
3	<i>Membrana plasmática tem no leucócito que combate os vírus fazendo o corpo imune</i>	<i>Sim, além do falado anteriormente, a membrana facilita no transporte de água e alerta de vírus.</i>
4	<i>Na nossa hipótese, as duas são para defesa. A membrana plasmática protege a célula, enquanto a imunização é o processo de defesa e eliminação de uma doença/vírus com base na memória de vírus já enfrentados e eliminados antes</i>	<i>Sim, nossa conclusão final é que a membrana plasmática tem relação de defesa, pois elas servem para proteger a célula.</i>

Fonte: O próprio autor.

Para finalizar a SEI, os estudantes de forma individual escreveram um texto argumentativo que obrigatoriamente contivesse as palavras: membrana plasmática, transporte de água, fosfolípidos e comunicação das células. Um exemplo de resposta foi:

Vacinação coletiva é muito importante não só para proteger uma pessoa, mas sim uma comunidade. Podemos comparar com o que acontece dentro do corpo: a membrana plasmática, feita de fosfolípidos controla o transporte de água e garante a comunicação das células permitindo que tudo funcione bem. Do mesmo jeito quando a maioria se vacina, a saúde de todos fica mais protegida. Mas se as pessoas deixam de se vacinar, o equilíbrio se perde e as doenças voltam a se espalhar. Portanto, se vacinar é cuidar da sua vida e de todos os outros.

A partir dessa resposta, é possível analisar que o estudante soube relacionar o papel da membrana plasmática e relacionou o que ocorre em nosso organismo com o ato coletivo de vacinação. A SEI foi concluída com sucesso e no período estipulado para aplicação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A SEI foi concluída com resultados muito positivos. Ao comparar as respostas do questionário individual realizado antes da SEI e o mesmo questionário realizado após a SEI foi possível notar uma evolução positiva quanto as relações entre biomembranas e imunização. Além disso, foi possível analisar como os conhecimentos construídos que relacionam a importância da vacinação com o processo de funcionamento desta em nosso organismo.

Nos diários de bordo também foi possível notar que os estudantes se interessaram e gostaram bastante da atividade, como no exemplo do trecho retirado de um dos diários:

Eu achei muito legal o contraste entre as perguntas sobre biomembranas e imunização antes e depois de entendermos o que são. Foi muito legal. Além disso

achei muito top a parte de cada grupo montar seu próprio modelo sobre a membrana plasmática, pois todos nós tivemos ideias diferentes e concepções diferentes sobre um mesmo aspecto. É interessante ver como cada um pensa e possui opiniões próprias. Outro aspecto que eu gostei foi a ajuda no entendimento de determinados assuntos do professor. Alguns textos são difíceis de entender, principalmente para mim, já que não sou o maior fã de biologia.

Outros relatos semelhantes citavam a importância de realizar atividades dessa abordagem, pois gera maior engajamento entre eles e se diferencia das atividades tradicionais que usualmente são aplicadas. No entanto, alguns desafios foram encontrados, como o planejamento de aulas. Para aplicar a SEI foram necessárias 3 semanas de aula, para isso, outros conteúdos tiveram de ser previamente remanejados a fim de que concluísse o ano com todos os capítulos da apostila finalizados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRANDÃO, Rafael Vasques; ARAUJO, Ives Solano; VEIT, Eliane Angela. A modelagem científica de fenômenos físicos e o ensino de física. **Física na Escola**, v.9, n.1. 2008.

CAPECCHI, Maria Candida Varone de Moraes. Problematização no ensino de Ciências. DE CARVALHO, Anna Maria Pessoa (org.). **Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo, 2013.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. “O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas”. CARVALHO, Anna Maria Pessoa de (org.). **Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo, 2013.

CHEN, Ying-Chih; BENUS, Mathew J.; YARKER, Morgan B. Using Models to Support Argumentation in the Science Classroom. **The American Biology Teacher**, 78(7): 549-559, September, 2016.

GENOVESE, Cinthia Letícia de Carvalho Roversi; GENOVESI, Luiz Gonzaga Roversi; CARVALHO, Whashington Luiz Pacheco de. Questões sociocientíficas: origem, características, perspectivas e possibilidades de implementação no ensino de ciências a partir dos anos iniciais do Ensino Fundamental. *Revista de Educação em Ciências e Matemáticas*, ISSN-e 2317-5125, ISSN 1980-5128, Vol. 15, Nº. 34, 2019, págs. 8-17

GOMES, Deyvisson Dayllon Pereira; AZEVEDO, Jardiene Manuela Santos da Silva. Modelagem como estratégia pedagógica para o ensino de química. **Instituto Federal de Pernambuco**. Campus Barreiros. Curso de Licenciatura em Química. 27 de dezembro de 2023.

JUSTI, Rosária. Relações entre argumentação e modelagem no contexto da ciência e do ensino de ciências. **Revista Ensaio**. Belo Horizonte, v.17, n. especial, p.31-48. 2015.

MARANDINO, Martha. “Ciência, Tecnologia e Educação: Promovendo a Alfabetização Científica de jovens cidadãos”. DAYRELL, Juarez; CARRANO, Paulo; MAIA, Carla Linhares (Org.). **Juventude e Ensino Médio**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2014. P. 270-307.

PEDASTE, M. et al. Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. **Educational Research Review**, v.14, p.47-61, 2015.

SASSERON, Lúcia Helena. Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor. DE CARVALHO, Anna Maria Pessoa (org.). **Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo, 2013.

SASSERON, Lúcia Helena. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Revista Ensaio**, v.17 n. especial, p. 49-67. Belo Horizonte. Novembro, 2015.

SCARPA, Daniela Lopes; CAMPOS, Natália Ferreira. Potencialidades do ensino de Biologia por Investigação. **ESTUDOS AVANÇADOS** V.32 n.94. São Paulo, 2018