

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO**  
**CENTRO ACADÊMICO DA VITÓRIA**  
**LICENCIATURA DO CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**LUANA GOMES DA SILVA**

**LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO E ANÁLISE DOS ARTIGOS  
PUBLICADOS NAS ÚLTIMAS DUAS DÉCADAS SOBRE MODELOS  
DIDÁTICOS VOLTADOS PARA O ENSINO DO TEMA MEMBRANA  
PLASMÁTICA**

**VITÓRIA DE SANTO ANTÃO**  
**2023**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO**  
**CENTRO ACADÊMICO DA VITÓRIA**  
**LICENCIATURA DO CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**LUANA GOMES DA SILVA**

**LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO E ANÁLISE DOS ARTIGOS  
PUBLICADOS NAS ÚLTIMAS DUAS DÉCADAS SOBRE MODELOS  
DIDÁTICOS VOLTADOS PARA O ENSINO DO TEMA MEMBRANA  
PLASMÁTICA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado a disciplina TCC 2 do Curso de graduação a licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico da Vitória.

**Orientador(a):** Dr<sup>a</sup> Jeanne Claine de Albuquerque Modesto.

**VITÓRIA DE SANTO ANTÃO**  
**2023**

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do programa de geração automática do  
SIB/UFPE

Silva, Luana Gomes da.

Levantamento bibliográfico e análise dos artigos publicados nas últimas duas décadas sobre modelos didáticos voltados para o ensino do tema membrana plasmática / Luana Gomes da Silva. - Vitória de Santo Antão, 2023.

31 : il., tab.

Orientadora: Jeanne Claine de Albuquerque Modesto

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico de Vitória, Ciências Biológicas - Licenciatura, 2023.

1. Membrana Plasmática. 2. Modelos Didáticos. 3. Ensino Médio. I. Modesto, Jeanne Claine de Albuquerque. (Orientação). II. Título.

500 CDD (22.ed.)

LUANA GOMES DA SILVA

**LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO E ANÁLISE DOS ARTIGOS  
PUBLICADOS NAS ÚLTIMAS DUAS DÉCADAS SOBRE MODELOS  
DIDÁTICOS VOLTADOS PARA O ENSINO DO TEMA MEMBRANA  
PLASMÁTICA**

Trabalho de conclusão de curso  
apresentado a disciplina TCC 2 do  
Curso de graduação alicenciatura em  
Ciências Biológicas da Universidade  
Federal de Pernambuco, Centro  
Acadêmico da Vitória.

Aprovado em: 02/05/2023.

**BANCA EXAMINADORA**

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Jeanne Claine de Albuquerque Modesto (Orientador)  
Universidade Federal de Pernambuco (CAV-UFPE)

Prof<sup>o</sup> Dr. Cristiano Aparecido Chagas (Examinador Interno)  
Universidade Federal de Pernambuco (CAV-UFPE)

Prof<sup>o</sup> Dr. Nivaldo Bernardo de Lima Junior (Examinador Externo)  
Universidade Federal de Pernambuco (CAV-  
UFPE)Secretaria de Educação de Toritama-PE

Dedico esse trabalho a minha família, por serem minha base e meu reforço para a conclusão desse curso, e ao meu marido, Hygor Fernandes, que foi o meu principal apoio e ajuda nos momentos mais difíceis da construção do trabalho.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço, primeiramente, a Deus por ter me concedido a vida, por ter saúde e forças para enfrentar e superar todas as adversidades diariamente.

Agradeço aos meus pais e a minha família que sempre me incentivaram e incentivam até hoje, por todo carinho e apoio que me deram durante todo o curso.

Agradeço ao meu marido que sempre esteve ao meu lado, chorando, sorrindo, a cada nota, final e que mesmo assim sempre acreditou no meu potencial.

Agradeço ao meu quarteto, amigos que a universidade me proporcionou, que deixaram os dias mais leves e descontraídos, vocês foram essenciais, principalmente nos momentos finais do curso. Agradeço também aos meus amigos de fora da universidade que acompanhou junto todo o trajeto e deu cada passo junto comigo.

Agradeço a minha querida orientadora, Profa. Dra. Jeanne Claine de Albuquerque Modesto por toda ajuda, por todo apoio e dedicação, mesmo sabendo das dificuldades e tempo sempre esteve ao meu favor.

Agradeço a cada um que esteve comigo, torcendo, me incentivando e me apoiando.

## RESUMO

As células, unidade estrutural de todos os seres vivos, são delimitadas por uma membrana celular semipermeável, que permite a troca de substâncias entre os meios intra e extracelular, além de exercer outras funções específicas. A membrana plasmática é um conteúdo abordado em diferentes etapas da Educação Básica, sendo melhor detalhado durante o 1º ano do Ensino Médio como parte do conteúdo de Biologia. Nesta etapa, a composição e estrutura da membrana, a fluidez, a permeabilidade, os tipos transportes realizados, entre outras funções, são tópicos muitas vezes de difícil compreensão para o estudante em aprendizado, devido a sua complexidade. No Brasil, ainda existem muitas escolas onde a falta de recursos didáticos e investimentos inviabilizam o desenvolvimento de atividades práticas que auxiliem no processo de ensino-aprendizagem. Pensando em materiais de baixo custo, a construção e uso de modelos didáticos ainda é um caminho a ser seguido como forma de ampliar as práticas pedagógicas de professores de Biologia, sobretudo aqueles da rede pública de ensino. Diante disto, o presente estudo realizou um levantamento bibliográfico e análise de artigos publicados em revistas científicas a partir dos anos 2000, voltados à construção de modelos didáticos no tema membrana plasmática e, preferencialmente, já aplicados em sala de aula. A busca por artigos foi realizada na base de dados Periódicos Capes, usando busca simples e avançada com palavras-chaves em português, inglês e espanhol. Como resultado, foram encontrados apenas dez artigos, publicados entre os anos de 2009 a 2022 que tratavam do tema membrana, sendo oito em língua portuguesa e dois em língua espanhola. A análise detalhada dos artigos e seus modelos propostos é apresentada e discutida neste trabalho.

**Palavras-chave:** membrana plasmática; modelos didáticos; ensino médio.

## ABSTRACT

Cells, the structural unit of all living beings, are delimited by a semipermeable cell membrane, which allows the exchange of substances between intra and extracellular media, in addition to performing other specific functions. The plasma membrane is a content addressed at different stages of Basic Education, being better detailed during the 1st year of High School as part of the Biology content. At this stage, the composition and structure of the membrane, the fluidity, the permeability, the types of transports performed, among other functions, are topics often difficult to understand for the student in learning, due to their complexity. In Brazil, there are still many schools where the lack of didactic resources and investments make it impossible to develop practical activities that assist in the teaching-learning process. Thinking about low-cost materials, the construction and use of didactic models is still a path to be followed as a way to expand the pedagogical practices of Biology teachers, especially those in the public school system. In view of this, the present study carried out a bibliographic survey and analysis of articles published in scientific journals from the 2000s, aimed at the construction of didactic models on the theme of plasma membrane and, preferably, already applied in the classroom. The search for articles was carried out in the Periódicos Capes database, using simple and advanced search with keywords in Portuguese, English and Spanish. As a result, only ten articles were found, published between the years 2000 and 2022 that dealt with the membrane theme, eight in Portuguese and two in Spanish. The detailed analysis of the articles and their proposed models is presented and discussed in this work.

**Keywords:** plasma membrane; didactic models; high school.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>10</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b>	<b>12</b>
<b>3 OBJETIVOS</b>	<b>16</b>
<b>3.1 Objetivo Geral</b>	<b>16</b>
<b>3.2 Objetivos Específicos</b>	<b>16</b>
<b>4 METODOLOGIA</b>	<b>17</b>
<b>4.1 Levantamento Bibliográfico</b>	<b>17</b>
<b>4.2 Organização dos Tópicos Específicos Trabalhados</b>	<b>18</b>
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>19</b>
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>29</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>30</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A membrana plasmática é um conteúdo abordado em diferentes etapas da Educação Básica, sendo melhor detalhado durante o Ensino Médio, como parte do conteúdo de Biologia. Dentre os assuntos abordados em livros de biologia de ensino médio podemos encontrar sobre membrana plasmática sua composição em modelo de mosaico fluido, funções de membrana, permeabilidade seletiva, transporte passivo (difusão simples e facilitada), osmose, transporte ativo, transporte vesicular, endocitose e exocitose. Também há especializações de membrana (microvilosidades, junções celulares), envoltórios externos à membrana, glicocálice e parece celular. Diante do modelo mais aceito atualmente, modelo do mosaico fluido de Singer e Nicholson (1972), a fluidez é uma característica da membrana plasmática e ela ocorre devido a própria composição lipídica da membrana. Em decorrência da sua composição e fluidez, esta organela apresenta permeabilidade seletiva, sendo responsável pela entrada e saída de substâncias via processos passivos e ativos de transporte (ALBERTS *et al.*, 2017).

De acordo com Carvalho (2002), na educação brasileira, nos deparamos com professores formados que estão adaptados às práticas muito técnicas e padronizadas. As práticas monótonas, atividades em livros, cadernos e quadros, deixam a aprendizagem do aluno muito mecanizada, ou seja, apenas servem para estimular o ensino dos assuntos propostos por meio daqueles métodos padronizados e não flexíveis a mudanças, em que o professor fala, escreve e o aluno retira a informação do quadro, não há uma forma de passar o conteúdo de modo mais dinâmico ou lúdico (CARVALHO 2002). Dentro das ciências e biologia nos deparamos com assuntos diversos e também complexos que precisam ser passados de uma forma clara que facilite a compreensão do aluno/leitor. É comum os docentes terem de renovar as estratégias e critérios de aplicação desses conteúdos, justamente para simplificar e ajudar no entendimento. Um dos métodos utilizados é a aplicação de modelos didáticos (GILBERT; BOULTER, 1995; GILBERT *et al.* (2000)).

O uso de modelos didático tem se mostrado eficaz para o ensino de diferentes conteúdos da biologia, pois eles conseguem deixar o conteúdo proposto mais passível de entendimento e não deixam que o processo de ensino-aprendizagem se torne monótono, pelo contrário, despertam nos discentes um interesse maior no estudo e até os incentivam a ir mais além (CARVALHO, 2002).

Esta ferramenta pedagógica também possibilita o contato dos discentes com um material concreto, acessível, prático e lúdico, além de permitir que os docentes possam trabalhar numa maior interação com os seus estudantes, favorecendo o aprendizado e a construção do

conhecimento (REZENDE; GOMES, 2018).

A partir dessas considerações, procuramos reunir os principais trabalhos sobre modelos didáticos da Membrana Plasmática nas duas últimas décadas, além da forma de aplicação em sala de aula e dos resultados alcançados. A partir da leitura e análise dos artigos publicados voltados para esta prática pedagógica, esperamos identificar os principais modelos/recursos que podem ser aplicados para os diferentes contextos do assunto, como estrutura, composição, fluidez e funções da Membrana Plasmática.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

As células, unidades de estrutura e função de todos os seres vivos, são delimitadas por membrana celular dita semipermeável, que torna possível realizar a troca de nutrientes e substâncias entre os meios. A atuação da membrana, inicialmente é de barreira seletiva e o termo seletiva é devido à capacidade de permeabilidade da bicamada lipídica para com substâncias apolares e de proteínas para diferentes substâncias polares, além de mediar os processos de endocitose (NELSON; COX, 2014; ALBERTS *et al.*, 2017).

Na composição da membrana plasmática, de uma célula animal, podemos encontrar, além das proteínas superficiais e integrais, os lipídios que englobam o colesterol, muito predominante na membrana plasmática dos eucariotos, os fosfolipídios, que são os mais abundantes, glicolipídios e ainda carboidratos (NELSON; COX, 2014). Na composição da membrana da maioria das células eucarióticas, 50% é massa lipídica e o restante em sua maioriasão proteínas. A membrana também está envolvida na comunicação celular, importação e exportação das moléculas, mobilidade e crescimento da célula (ALBERTS *et al.*, 2017).

Os fosfolipídios, lipídio composto por glicerol, são compostos por uma cabeça polar que possui um grupo de cadeias de fosfato e duas caudas compostas de ácidos graxos, que formam as caudas hidrocarbonadas longas. A diferença presente no comprimento e saturação das caudas desses fosfolipídios influencia diretamente na fluidez da membrana plasmática (ALBERTS *et al.*, 2017). Por volta de 1970, houve o reconhecimento, por pesquisadores, que as moléculas lipídicas individuais conseguem se difundir livremente em uma mesma monocamada e essa mobilidade, ou seja, a fluidez da membrana, só é possível devido a sua composição e a influência da temperatura, isto é, em temperatura fisiológica essa locomoção ocorre de maneira mais fluida. Outro ponto importante é que, quanto maior for a quantidade de colesterol presente naquela membrana menor será a sua mobilidade (ALBERTS *et al.*, 2017).

Nageli e Cramer sugeriram em 1885 um envoltório membranoso que reveste as nossas células, inicialmente, pouco depois vieram os componentes lipídicos que dependiam da solubilidade, ou seja, quanto mais solúvel fosse a substância mais rápida era a passagem pela membrana celular. (NAGRELI; CRAMER, 1885).

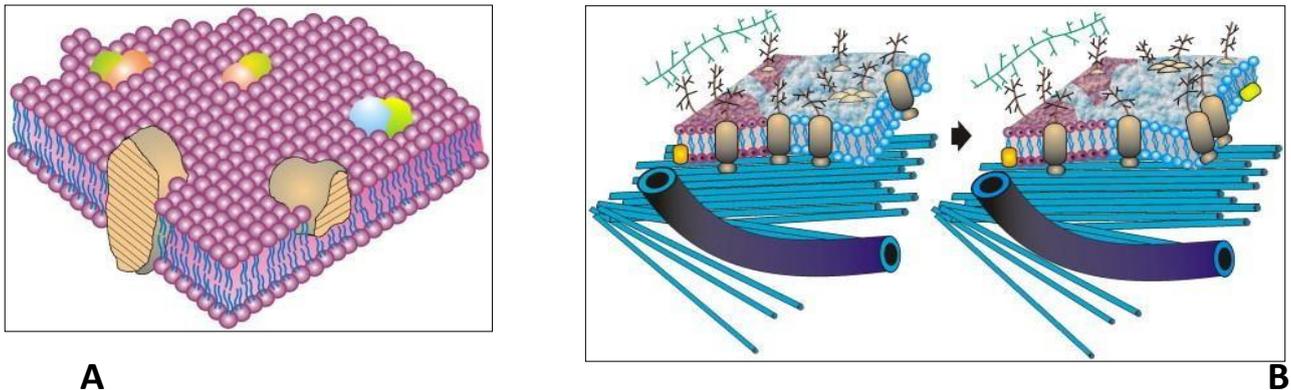
O primeiro modelo conhecido da membrana plasmática foi sugerido no ano de 1925, por E. Gorter e R. Grendel, cientistas que foram os primeiros a deduzir, a partir de experimentos usando lipídios extraídos de eritrócitos, que a célula estava cercada por uma membrana provida de duas camadas lipídicas, com suas regiões apolares formando uma região hidrofóbica interna

e as polares voltadas para as áreas externas. Embora esta teoria tenha sido contestada por outros cientistas, foi a base para modelos posteriores da membrana baseados na bicamada lipídica. A partir da descoberta da presença de proteínas no envoltório celular, em 1935 um novo protótipo de bicamada lipídica contendo duas finas camadas de proteínas ligadas as regiões externas (polares) dos lipídios foram sugeridas por Davson; Danielli – e agora com outros aspectos de estudo, relacionados à permeabilidade e tensão superficial que a membrana possuiria, com isso tornando-a cada vez mais complexa e não completamente explicável. Entre apoio e críticas, estas devido às questões ainda de permeabilidade e tensão superficial, este modelo denominado “paucimolecular” se manteve popular por mais de 30 anos (LOMBARD, 2014)

Inúmeros estudos realizados nas quatro décadas posteriores ao modelo paucimolecular foram base para o desenvolvimento do modelo aceito atualmente. Em 1972, o modelo do “mosaico fluido” foi apresentado por Singer e Nicholson, sendo o termo “fluido” o resultado da observação experimental da movimentação dos componentes da membrana dentro de uma monocamada (LOMBARD, 2014). O termo do “mosaico”, usado pelos autores, vem da similaridade dos grupos polares de lipídios ao mesmo tempo em que se iguala a um mosaico romano. Uma das particularidades do modelo de Singer e Nicolson é que os mosaicos, anteriormente postulados por outros autores, não traziam a movimentação das proteínas, ou seja, tanto estas quanto os lipídios estão em constante movimentação para a execução das reações (NICOLSON, 2014).

O modelo de Singer; Nicolson permanece válido ainda nos dias atuais, embora ampliado a cada nova descoberta. O próprio modelo original passou por mudanças publicadas pelo próprio Nicolson poucos anos depois (Nicolson, 1976), para incorporar os novos estudos da época, que tratavam de proporção entre proteínas e lipídios, distribuição de glicoproteínas na membrana, a mobilidade limitada de muitas proteínas (domínios), entre outras (NICOLSON, 2014). O Modelo do Mosaico Fluido original desenvolvido por Singer e Nicholson (1972) e o modelo atualizado em 1976 por Nicolson podem ser observados abaixo (Figura 1).

**Figura 1.** Representação esquemática do Modelo do Mosaico Fluido como originalmente proposto em 1972 por Singer e Nicolson (A) e sua versão atualizada por Nicolson em 1976 (B).



Fonte: Nicolson (2014).

Uma importante função da membrana plasmática é o transporte de substâncias entre os meios, isto se dá sobretudo através de proteínas de transportes. Essas proteínas estão agrupadas em duas classes: proteínas transportadoras, antes denominadas de carreadoras, e proteínas canais, também conhecidas por canais iônicos. Ambas as classes correspondem às proteínas transmembranas, ou seja, que apresentam uma extremidade voltada para o meio citoplasmático e outra voltada para o meio extracelular (ALBERTS *et al.*, 2017).

As proteínas que precisam sofrer grandes mudanças conformacionais, ou seja, grandes mudanças em sua estrutura para poder realizar o transporte ativo ou passivo de íons ou moléculas são chamadas de proteínas transportadoras. Estas costumam ter uma alta seletividade e transportam poucas moléculas por vez (ALBERTS *et al.*, 2017). Já as proteínas que apresentam em sua estrutura um canal central, que atravessa toda a bicamada lipídica, são chamadas de proteínas canais. Esses canais, quando abertos, permitem a rápida passagem de solutos específicos que tenham tamanho e carga apropriados, ou seja, de forma seletiva. Desse modo, via abertura central, elas conseguem transportar substâncias numa velocidade muito maior e em maior quantidade do que as proteínas transportadoras (COOPER, 2007; NELSON; COX, 2014; ALBERTS *et al.*, 2017).

O transporte através de membranas pode ocorrer de modo passivo, mas também de modo ativo. O transporte passivo é aquele que ocorre a favor do gradiente de concentração ou eletroquímico, este último no caso de íons, de modo que o composto irá se difundir sempre do meio de maior concentração para o de menor concentração (NELSON; COX, 2014; ALBERTS *et al.*, 2017).

Este tipo de transporte pode ocorrer por difusão simples, quando não ocorre a interação com proteínas de transporte e a difusão acontece através da bicamada lipídica, ou por difusão

facilitada quando as moléculas ou íons são transportados através de proteínas canais ou transportadoras (ALBERTS *et al.*, 2017).

Já o transporte ativo é um processo que ocorre contra o gradiente de concentração ou eletroquímico, nesse caso as proteínas transportadoras, também chamadas de bombas, vão precisar de fontes de energia para realizar o transporte (ALBERTS *et al.*, 2017). De acordo com a fonte de energia, o transporte ativo é subdividido ainda em dois tipos: primário e secundário. Quando a energia é obtida de modo direto de alguma fonte com alta energia, como o ATP, chamamos de transporte ativo primário (NELSON; COX, 2014). Já quando a energia utilizada é obtida a partir daquela armazenada após um transporte passivo realizado pela mesma proteína, chamamos de transporte ativo secundário (NELSON; COX, 2014).

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo Geral**

Compilar os principais trabalhos sobre modelos didáticos da membrana plasmática desenvolvidos para a aprendizagem de Ciências da Natureza (Biologia) no Ensino Médio.

#### **3.2 Objetivos Específicos**

- Realizar um levantamento bibliográfico dos artigos publicados sobre modelos didáticos referentes ao tema membrana plasmática;
- Analisar os artigos e categorizá-los de acordo com o seu potencial de uso em tópicos específicos do tema membrana.

## 4 METODOLOGIA

### 4.1 Levantamento Bibliográfico

Para o levantamento bibliográfico, foi realizada uma ampla busca por artigos publicados, que tratassem de propostas de modelos didáticos voltados para o estudo da membrana plasmática. Para isto, foi utilizada como base de dados principal o Portal de Periódico CAPES, uma vez que a UFPE faz parte da rede da Comunidade Acadêmica Federada(CAFé), permitindo o acesso aberto da grande maioria dos artigos presentes nesta base de dados.

As buscas foram realizadas utilizando diferentes palavras chaves em português, inglês e espanhol (Tabela 1), inseridas individualmente ou utilizando o recurso “Busca Avançada” para cruzar informações de duas ou três palavras chaves, visando alcançar o maior número de artigos possível. Como critério de inclusão, foram considerados artigos publicados entre os anos de 2000 a 2022, que tenham como proposta a construção e validação em sala de aula de recursos didáticos voltado para o ensino de algum aspecto relacionado ao tema membrana plasmática. Não entraram na análise teses, dissertações, monografias ou resumos. Após a leitura e seleção, os artigos foram classificados de acordo com: título, autores, ano, objetivos didáticos, tipo de recurso e materiais necessários, aplicação ou não da proposta em sala de aula, público-alvo e os resultados alcançados.

**Tabela 1 – Palavras-Chaves utilizadas para a Pesquisa**

BASE DE DADOS	PALAVRAS CHAVES em Português	PALAVRAS CHAVES em Inglês	PALAVRAS CHAVES em Espanhol
Periódicos CAPES	Modelos Didáticos	Membrane Models	Modelo Didáctico
	Membrana Plasmática	Plasma Membrane	Membrana Plasmática
	Modelo Didático de Membrana	Membrane didactic Models	Modelo Didáctico de Membrana
	Membrana Celular	Cell Membrane	Membrana Celular

	Recursos Didáticos	Teaching Resource	Didactics aids
--	--------------------	-------------------	----------------

FONTE: A autora (2023).

#### **4.2 Organização dos Tópicos Específicos Trabalhados**

Após a leitura dos trabalhos, os artigos foram catalogados de forma cronológica e analisados quanto ao uso da proposta para abordar diferentes aspectos do tema membrana: 1) componentes e estrutura da membrana, 2) fluidez; 3) transporte através da membrana; 4) capacidade elétrica das membranas e 5) propriedades anfipáticas das membranas. O objetivo de ter realizado a leitura de maneira cronológica foi identificar se, com o passar do tempo, as informações referentes ao tema e os modelos propostos foram ampliados e/ou atualizados.

Dentre os modelos levantados, foram selecionados aqueles que melhor trabalharam os aspectos da membrana plasmática, levando em consideração os materiais usados para a sua construção (custo benefício, facilidade de acesso aos materiais e grau de dificuldade na construção, conteúdos mais simples e/ou mais complexos em comparação com outros) e a sua forma de aplicação em sala de aula (quando se tratar de um modelo já testado).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram encontrados apenas dez trabalhos publicados entre os anos 2000 e 2022, como descrito na Tabela 2. O uso das palavras-chaves (Tabela 1) em língua espanhola resultou em dois destes artigos (LOZANO *et al.*, 2020 e VIEIRA *et al.*, 2022). Por outro lado, não foram encontrados artigos quando utilizadas as palavras-chaves em inglês.

**Tabela 2** – Lista de artigos em ordem cronológica.

ARTIGOS	REFERÊNCIAS
01	ORLANDO, Tereza Cristina. et al. Planejamento, montagem e aplicação de modelos didáticos para abordagem de biologia celular e molecular no ensino médio por graduandos de ciências biológicas. <b>Revista Brasileira de Ensino de Bioquímica e Biologia Molecular</b> . ISSN: 1677-2318 No. 01/2009 Public. 25/02/2009.
02	SARTORI, Paulo Henrique Santos.; LORETO, Élgion Lúcio Silva. Difusão e campo elétrico na membrana celular: construção de modelos didáticos funcionais. <b>Revista Brasileira de Ensino de Bioquímica e Biologia Molecular</b> . ISSN: 1677-2318 No. 01 Public. 09/04/2010.
03	OENNING, Vanessa.; OLIVEIRA, Juliana Moreira Prudente. Dinâmicas em sala de aula: envolvendo os alunos no processo de ensino, exemplo com os mecanismos de transporte da membrana plasmática. <b>Revista Brasileira de Ensino de Bioquímica e Biologia Molecular</b> . ISSN: 1677-2318 No. 01/2011 Public. 08/07/201.
04	BARBOSA, Solange Bendo.; KONERAT, Jocicléia Thums. Uma abordagem da membrana plasmática utilizando recursos didáticos. [s.l.: s.n., s.d.]. Disponível em: < <a href="http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernos/pdebusca/producoes_pde/2012/2012_unioeste_bio_artigo_solange_bendo.pdf">http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernos/pdebusca/producoes_pde/2012/2012_unioeste_bio_artigo_solange_bendo.pdf</a> >.
05	LOZANO, Eduardo Enrique. et al. Un Proceso de Modelización de la Membrana Celular en la Formación del Profesorado en Biología en la Universidad. <b>Revista Ciência &amp; Educação, Bauru</b> , v. 26, e20027, 2020.
06	SILVA, Roberto Irineu. et al. Desenvolvimento de sequência didática sobre o tema membrana plasmática como recurso didático-metodológico para promoção de aprendizagem de alunos cegos. <b>Revista Vivências</b> . Erechim, v. 16, n. 31, p. 269-287, jul./dez. 2020.
07	GONÇALVES, Tiago Maretti. Construindo um modelo didático 3d de baixo custo para facilitar a aprendizagem da membrana plasmática no ensino médio e fundamental. <b>Research, Society and Development</b> , v. 10, n. 5, e3510514541, 2021 (CC BY 4.0)   ISSN 2525-3409.
08	CARVALHO, Patrícia Nazaré Alcântara. Ensino de biologia na educação básica: produção de modelos didáticos e uso de práticas lúdicas. <b>Research, Society and Development</b> , v. 10, n. 14, e50101421667, 2021 (CC BY 4.0)   ISSN 2525-3409
09	VIEIRA, Andrey do Nascimento. A importância do modelo de monocamada lipídica da membrana plasmática de archaea para o ensino de biologia celular no Brasil. <b>Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias</b> . e-ISSN: 2346-4712, Vol. 17, No. 1 (enero-abril, 2022), pp. 74 – 89.
10	LIMA, Rayana Vanessa da Costa. et al. Metodologias ativas de aprendizagem utilizando modelo didático como ferramenta educacional para estudar interações moleculares em membranas e matriz extracelular. <b>Journal of Biochemistry Education</b> . V. 20, N.2 / 2022 Submitted in: Published in: 02/sep/22.

Após a leitura dos dez trabalhos selecionados, os artigos foram inicialmente categorizados quanto à proposta do trabalho, aos recursos necessários para o desenvolvimento da proposta, à aplicação ou não em sala de aula e resultados observados pelos autores com a aplicação do modelo ou recurso. A (Tabela 3) apresenta os resultados desta análise.

**Tabela 3** - Análise dos artigos publicados entre 2020 e 2022 que apresentam modelos didáticos voltados para a Membrana Plasmática

<b>Autore s e Ano</b>	<b>Materiais e Recursos</b>	<b>Proposta do Trabalh o</b>	<b>Aplicação da Proposta emSala de Aula  (Sim/Não)</b>	<b>Resultados alcançados segundo os autores</b>
Orlando <i>et al.</i> , 2009	Um bloco e vinte bolinhas de isopor, arame maleável, tinta, cola branca e de isopor, lixa de madeira, estilete e pincel.	Planejamento e montagem, por estudantes de Biologia, de 7 modelos didáticos, incluindo uma membrana plasmática, e aplicação no ensino médio.	<b>Sim</b>	A elaboração dos modelos didáticos conseguiu promover a aprendizagem construtiva aos estudantes.
Sartori e Loreto, 2010	Uma caixa plástica retangular no tamanho de 8x6x4 cm, um pedaço de borracha, 2 retalhos de acrílico, fio de aço inox e adesivo epóxi.	Construção de uma cuba com divisórias e eletrodos para estudo de difusão do campo elétrico no transporte através da membrana.	<b>Sim</b>	O modelo conseguiu demonstrar a diferença de concentração iônica dentro e fora da célula.
Oenning e Oliveira, 2011	Folhas de cartolina, para a confecção de fichas com a inscrição dos componentes da membrana	Propõe uma dinâmica de grupo para os mecanismos de transporte através da membrana plasmática	<b>Sim</b>	A dinâmica atingiu seu aspecto na metodologia de troca de informações entre estudantes, mostrando-se eficaz como ferramenta de ensino didáticas e de múltiplas atividades.

Barbosa e Konerat, 2012	EVAs coloridos, isopor em folha e bolas, grampos de cabelo e papel celofane.	Propõe 4 atividades práticas a serem desenvolvidas em sala, sendo uma delas a montagem pelos estudantes de uma Membrana Plasmática com base em um modelo pré-construído, vídeos e fotos.	<b>Sim</b>	O trabalho prático de montagem de membrana mostrou a contribuição e facilidade no aprendizado dos alunos.
Lozano <i>et al.</i> , 2020	Uso de materiais concretos como: óleo, água, gelatina, cola, recipientes plásticos.	Analisar as produções de modelos iniciais, médios e mais avançados do modelo analógico da membrana celular que foram contruídos para depois serem retrabalhados para deixá-lo mais complexo e usá-los como modelo base de estudo científico.	<b>Sim</b>	A construção dos modelos conseguiu alcançar a proposta pedagógica de possibilitar um aprendizado ampliado com experiências em campo.
Silva <i>et al.</i> , 2020	Para o modelo tridimensional de uma membrana foram usados palitos não pontiagudos de madeira, massinha de modelar, isopor em folha e em bola e tinta.	Desenvolvimento de uma sequência didática sobre o tema membrana plasmática com o uso de modelos táteis bi ou tridimensionais que garantam a cognição e inclusão dos alunos cegos	<b>Sim</b>	A elaboração dos modelos de membrana plasmática se destacou pela contribuição de ajustes a organela celular e por tratar de uma proposta inclusiva.
Gonçalves, 2021	70 bolas de isopor, 1 cola de isopor, 2 caixas de palitos de dentes, fio elétrico, massa de biscuit verde, tinta acrílica em várias cores, 1 papel cartão, fita durex, grampeador,	Construção de um modelo didático de membrana plasmática 3D de baixo custo e materiais simples.	<b>Sim</b>	A modelagem em 3d alcançou aulas mais criativas e interessantes por conter recursos inovadores e tridimensionais

	tesoura sem ponta, pincel e etiquetas de identificação para os componentes da membrana.			
Carvalho <i>et al.</i> , 2021	Caixa de papelão, cubas de ovos, EVA e TNT, miçangas, arames, cartolina, cola de isopor, talas para churrasco.	Construção de modelos didáticos a partir de materiais reutilizáveis e de baixo custo para utilização em práticas metodológicas.	<b>Sim</b>	As práticas reduziram as tensões do ambiente e conseguiram dinamizar os conteúdos sobre membrana celular.
Vieira <i>et al.</i> , 2022	-----	Compilação de informações sobre a importância do modelo de monocamada lipídica da Membrana Plasmática de uma Archeae	<b>Não</b>	A importância de um modelo didático proporciona uma melhor interação e interesse do aluno para com o assunto abordado
Lima <i>et al.</i> , 2022	Livros, papel, cartolina, canudos plásticos, massa de modelar, isopor, cola, cola colorida, EVA, ligas elásticas, fio de telefone, palitos de madeira.	Confecção de moléculas constituintes da membrana e matriz extracelular	<b>Sim</b>	O emprego da metodologia de implementar os modelos didáticos tornaram ativa a capacidade de auxiliar as atividades em sala de aula.

FONTE: A autora (2023).

A análise dos trabalhos demonstrou que os recursos foram utilizados para facilitar o ensino aprendizagem de estudantes, etapa em que é apresentado o conteúdo de membrana. Tendo sido utilizados também para deixar o conteúdo mais leve e de fácil compreensão.

Conforme apresentado na Tabela 3, os modelos propostos são em sua maioria de baixo custo e fácil execução. Com exceção da proposta do artigo 2 (Sartori e Loreto, 2010) que exige um conhecimento mais específico tanto dos materiais que vão ser utilizados quanto do manuseio do modelo, uma vez que trabalha com componentes elétricos. Das 10 propostas analisadas, 7 delas (Tabela 2, artigos 1, 2, 4, 6, 7, 8 e 10) propõem a construção de um modelo físico de membrana, apenas os artigos 3 e 5 (Tabela 2) apresentam um outro tipo de recurso, tendo sido eles: uma dinâmica de grupo com cartões e experimentos usando materiais concretos para a resposta a uma pergunta inicial, respectivamente. Já o artigo 9 trata de uma revisão bibliográfica e sugere a membrana plasmática de Archaeae como modelo para o ensino do tema.

Após a análise dos artigos de acordo com os tópicos apresentados na Tabela 3, os trabalhos foram reanalisados e classificados usando como critérios os conteúdos específicos do

tema membrana que podem ser explorados a partir do modelo ou recurso proposto.

O resultado desta análise está exposto na Tabela 4 e para a sua construção foram usadas, a título de classificação, as designações insuficientes, regular, bom e excelente para os trabalhos analisados.

**Tabela 4** – Conteúdos que podem ser trabalhados a partir do modelo/recurso sugerido. A classificação foi dada pela representação das letras I – Insuficiente, R – Regular, B – Bom, E – Excelente.

<b>AUTORES</b>	<b>Estrutura</b>	<b>Componentes Básico</b>	<b>Transporte</b>	<b>Fluidez</b>	<b>Potencial Eléctrico</b>	<b>Propriedades Anfipáticas</b>
Orlando <i>et al.</i> , 2009	<b>R</b>	<b>R</b>	<b>I</b>	<b>I</b>	<b>I</b>	<b>I</b>
Sartori e Loreto, 2010	<b>I</b>	<b>I</b>	<b>R</b>	<b>R</b>	<b>E</b>	<b>B</b>
Oening e Oliveira, 2011	<b>I</b>	<b>R</b>	<b>B</b>	<b>I</b>	<b>I</b>	<b>B</b>
Barbosa e Konerat, 2012	<b>R</b>	<b>B</b>	<b>R</b>	<b>I</b>	<b>I</b>	<b>I</b>
Lozano, Adúriz-Bravo e Bahamonde, 2020	<b>I</b>	<b>I</b>	<b>I</b>	<b>B</b>	<b>I</b>	<b>E</b>
Silva <i>et al.</i> , 2020	<b>B</b>	<b>E</b>	<b>I</b>	<b>I</b>	<b>I</b>	<b>B</b>
Gonçalves, 2021	<b>E</b>	<b>E</b>	<b>B</b>	<b>B</b>	<b>B</b>	<b>E</b>
Carvalho <i>et al.</i> , 2021	<b>I</b>	<b>R</b>	<b>I</b>	<b>I</b>	<b>I</b>	<b>R</b>
Vieira <i>et al.</i> , 2021	<b>I</b>	<b>I</b>	<b>I</b>	<b>I</b>	<b>I</b>	<b>I</b>
Lima <i>et al.</i> , 2022	<b>E</b>	<b>E</b>	<b>I</b>	<b>I</b>	<b>I</b>	<b>E</b>

FONTE: A autora (2023).

Ao observar a análise dos artigos apresentados na Tabela 4, percebe-se a quase inexistência de um modelo único para tratar satisfatoriamente todos os conteúdos analisados, ou mesmo a maioria deles. O único modelo que contemplou todos os conteúdos analisados foi o proposto por Gonçalves (2021) (Tabela 2, artigo 7), que sugere um modelo 3D para reforçar a aprendizagem do tema.

Nesta proposta, foram utilizados materiais muito acessíveis (descritos na Tabela 3), com cores e formatos diferenciados para representar os diferentes componentes, como bolas de isopor rosa para formar a primeira camada, palitos fincados de dois em dois para representar as caudas dos fosfolipídios, a pintura dessas “caudas” para dar um sentido de profundidade, as proteínas de bolas de isopor pintadas de cores distintas, uma proteína canal produzida em papel cartão amarelo em forma de cilindro e com uma abertura na extremidade para visualizar os íons de cálcio que estariam sendo transportados pela membrana. Uma estrutura secundária proteica (uma alfa-hélice) foi também representada, o que não apareceu nos demais trabalhos, tendo sido construída com fio elétrico emborrachado retorcido. Além dos fosfolipídios e proteínas, foram representadas as glicoproteínas, tudo estruturado como no modelo do mosaico fluido de Singer e Nicholson. O modelo retratado nesse artigo veio à tona durante a pandemia, então ele pôde ser confeccionado facilmente em casa e depois entregue, sendo esta uma maneira didática de estimular o ensino-aprendizagem dos alunos, até mesmo em casa.

Ao contrário da proposta de Gonçalves (2021), a maioria das propostas está direcionada para trabalhar conteúdos mais específicos. Propriedades anfipáticas da bicamada lipídica parece ser o conteúdo que mais pode ser trabalhado a partir dos modelos estudados, uma vez que 7 das 10 propostas podem ser utilizadas de alguma forma para trabalhar este tópico. Já o tópico potencial elétrico é o menos explorado nos modelos, tendo sido apresentado como proposta direta de trabalho em apenas um dos artigos (Tabela 2, artigo 2). Este modelo didático, sugerido por Sartori; Loreto, 2010, traz uma abordagem sobre o processo de difusão da membrana plasmática e a influência do campo elétrico. A proposta sugere o uso de uma cuba plástica com divisórias, conectadas por fio de aço que atuarão como eletrodos quando conectados a uma fonte de energia. Usando água, soluções salinas e alcoólicas, além de corantes, é possível a visualização do fluxo de pequenos íons que atravessariam a membrana celular. No geral, o custo para a confecção desse modelo didático é mais elevado e requer um conhecimento não só de biologia, mas também de física, o que pode dificultar a sua aplicação por professores de Biologia. Entretanto, em escolas que tenham profissionais capacitados e recursos para a compra

dos materiais pode ser uma boa proposta para ser trabalhada de forma multidisciplinar. Por fim, o modelo aborda fortemente o processo eletroquímico que atua no transporte por difusão, sendo interessante porque envolve a participação dos próprios estudantes na montagem dos componentes.

Por outro lado, por se concentrar apenas nos critérios de potencial elétrico, cargas e polaridade, o modelo sozinho deixa a desejar como recurso didático para trabalhar amplamente o tema membrana.

A observação do número de artigos publicados em revistas, nos últimos 22 anos, com propostas de modelos ou recursos didáticos voltados ao ensino do tema membrana, demonstra uma produção bem escassa para o período. Além disso, a análise de forma cronológica dos artigos que visava observar se, com o passar dos anos, os novos modelos seriam mais completos ao abordarem os diferentes aspectos ligados à membrana plasmática, não mostrou grandes diferenças no decorrer do tempo. Esperava-se que os modelos mais recentes viessem com uma proposta mais elaborada e que permitisse a visualização mais detalhada sobre alguns tópicos relevantes de membrana, como por exemplo a fluidez, o que só aconteceu em alguns poucos artigos.

Dentre estes, o artigo 5 (Tabela 2), dos autores Lozano, Aduriz-Bravo e Bahamonde (2020), trouxe uma proposta interessante para trabalhar fluidez da membrana. A partir de uma sequência didática baseada em uma pergunta norteadora, os estudantes foram estimulados a pesquisar, experimentar e construir propostas de modelos que melhor respondessem à questão. Usando como situação-problema a pergunta “Em uma fertilização *in vitro*, por que uma micropipeta pode entrar e sair do óvulo sem romper a célula?”, os estudantes foram estimulados a criar teorias e montar experimentos com materiais variados (óleo, água, gelatina, cola, entre outros) que os levassem a compreender as forças hidrofóbicas atuantes na membrana e sua fluidez. Ao contrário da maioria dos artigos, neste caso o público-alvo são estudantes da Licenciatura em Biologia, porém estas atividades podem ser adaptadas para o Ensino Médio.

Uma outra proposta voltada para um tópico específico de membranas, agora relacionado a transporte, pode ser encontrada no artigo 3 (OENNING; OLIVEIRA, 2011). Publicado há mais de uma década, neste trabalho é descrita uma dinâmica de grupo desenvolvida em sala de aula e voltada para o 1º ano do Ensino Médio. Os materiais para essa aplicação foram os mais acessíveis, sendo necessário apenas cartolina e lápis ou canetas para confecção de fichas. Nas fichas foi representado cada componente que forma a membrana e que está envolvido no processo de transporte, seja ele passivo ou ativo, além de diferentes substâncias a serem

transportadas.

Antes de iniciar a dinâmica, as fichas foram entregues de forma aleatória justamente para que os estudantes se posicionassem de forma correta, por exemplo, os alunos com fichas de lipídios deveriam se posicionar em círculos, os alunos com fichas de proteínas de transporte deveriam se distribuir entre os lipídios, enquanto que as substâncias transportadas pela membrana ficavam dentro ou fora do círculo. Essa proposta é muito interessante, porque envolve todos os estudantes em um mesmo processo e favorece o entendimento da posição e funcionamento dos componentes. Essa particularidade de interação dos estudantes foi um ponto de destaque no trabalho. Embora focado em fosfolipídeos e proteínas de transporte, acreditamos que este recurso proposto por Oenning e Oliveira (2011) pode ser amplamente explorado para outros tópicos de membranas, como a própria fluidez.

Dentre as propostas mais simples avaliadas, destacam-se aquelas descritas nos artigos 1 (ORLANDO *et al.*, 2009) e 8 (CARVALHO *et al.*, 2021), ambas foram construídas para o estudo dos componentes e estrutura da membrana e foram confeccionadas com materiais de baixo custo, porém os produtos finais apresentados foram visualmente pobres e distantes do modelo do mosaico fluido.

O artigo 1, de Orlando *et al.* (2009), retrata o desenvolvimento, por parte de estudantes de Biologia, de 7 modelos abordando diferentes aspectos da célula, sendo um deles uma membrana plasmática. No artigo, os autores enfatizam a questão da falta de laboratórios e/ou equipamentos considerados fundamentais para o ensino dessa área, resultando em uma dificuldade imensa no processo de ensino aprendizagem dos estudantes. O modelo proposto é constituído de poucos materiais e de custo baixo, sendo acessíveis para escolas de ensino público onde o acesso a recursos é bem mais reduzido. A proposta construída tinha como público-alvo alunos do fundamental, anos finais, (oitavo e nono ano) e ensino médio e o modelo direcionado sobretudo para a bicamada lipídica, já que apresenta uma única proteína de transporte inserida na membrana, e nenhum outro componente associado.

Assim como na proposta anterior, o artigo 8 (CARVALHO *et al.*, 2021) propõem a construção de diferentes modelos didáticos relacionados à célula, sendo um deles uma membrana plasmática construída a partir de caixa de papelão, caixas de ovos, arames e miçangas. O artigo descreve a atividade como uma prática lúdica e propõe uma construção voltada para aquilo que não podemos visualizar, já que a membrana celular é uma estrutura que não pode ser vista a olho nu. A intenção seria que os alunos acompanhassem a construção daquele modelo passo a passo e a partir da experiência tirariam suas conclusões.

Também tinha como objetivo aproximar o visualizado no modelo dos conteúdos que eram abordados no livro didático. Embora a intenção tenha sido boa, o modelo não foi esculpado de modo satisfatório, nem quanto à organização estrutural, nem quanto às diferentes moléculas representadas, com um resultado visual que estava não muito aproximado do modelo do mosaico fluido apresentado nos livros didáticos. Contudo, esta e outras práticas que foram aplicadas para trabalhar a célula foram consideradas satisfatórias pelos autores que afirmam ter tido bons resultados no processo de aprendizagem dos estudantes.

As propostas descritas nos artigos 4 (BARBOSA e KONERAT, 2012) e 10 (LIMA *et al.*, 2022) têm em comum o fato de proporem sequências didáticas (SD) com diferentes etapas, sendo uma delas a construção de um modelo de membrana pelos estudantes.

A proposta trazida pelo artigo 4 (BARBOSA e KONERAT, 2012) foi direcionada a estudantes do 1º ano do Ensino Médio e apresentou 4 diferentes etapas, todas desenvolvidas em sala de aula e exigindo recursos nem sempre disponíveis, sobretudo no ensino público. O trabalho necessitou do uso de vídeos e imagens, o que requer meios tecnológicos que nem toda escola consegue ofertar. Também apresentou duas etapas desenvolvidas em microscópio, também não disponível em muitas escolas. Assim, o grau de complexidade e os materiais necessários exigidos tornam a proposta não tão acessível. A construção do modelo de membrana foi realizada em uma das etapas, porém baseado nos vídeos assistidos e em um modelo de membrana celular previamente construído com EVAs, molas, bolinhas e papel celofane. Em outra etapa é realizado um experimento com ovos de codorna, para analisar o aumento e diminuição de seu volume. Por microscopia foram realizadas observações da célula de Elodea e experimentos de difusão em célula de cebola. Dentre os conteúdos trabalhados nesta proposta estão a composição da membrana e dos meios, a estrutura e o transporte por difusão. Um aspecto interessante do trabalho foi que após a etapa de construção do modelo de membrana, os alunos foram estimulados a criar uma história na qual eles teriam que usar os componentes da membrana como personagens daquela história e criar textos a partir de sua imaginação. De acordo com os autores, o resultado foi excelente e os alunos puderam assim demonstrar todo o seu entendimento do assunto abordado na prática.

Direcionada a estudantes de Licenciatura e Bacharelado em Biologia, a proposta apresentada no artigo 10 (LIMA *et al.*, 2022) se baseou em materiais de fácil acesso e custo relativamente baixo para a montagem de um modelo didático de membrana que representasse sua estrutura básica e os componentes da matriz extracelular.

Para a dinâmica, foi proposta inicialmente a formação de grupos em que cada equipe se responsabilizaria pela construção de um tipo de molécula diferente, no intuito de juntos

realizarem a montagem do modelo ao final da sequência. O tempo estimado para o desenvolvimento completo da SD foi de 2 semanas e durante o processo os grupos deveriam pesquisar sobre a sua molécula específica. As moléculas abordadas foram lipídios de membrana, integrinas, colágeno, elastina, laminina, fibronectina, ácido hialurônico e proteoglicanos e durante uma das etapas da SD, os estudantes tinham que apresentar em 10 min o conhecimento adquirido sobre a molécula específica do grupo. Segundo os autores, a aplicação da SD teve uma excelente resposta quanto ao que se esperava da construção da membrana e matriz extracelular, e proporcionou uma facilidade maior no aprendizado do conteúdo e trouxe esse assunto de maneira mais lúdica aos estudantes.

Por fim, no artigo 6 (Silva *et al.*, 2020) temos a única proposta pedagógica de caráter inclusivo entre os trabalhos publicados. O artigo em si é voltado à aprendizagem de alunos cegos com o uso de recursos didáticos. A proposta foi dividida em várias etapas tais como: apresentação do tema e verificação do conhecimento prévio, interação tátil com diferentes modelos tridimensionais de moléculas, lipossomos e membrana, interação com modelos ou procedimentos relativos a transportes através de membrana, e avaliação baseada no reconhecimento tátil. Por se tratar de um público-alvo bastante específico, não houve construção de um modelo por parte dos estudantes. Porém, de acordo com os autores, a proposta atendeu positivamente ao processo de inclusão dos estudantes com deficiência visual, tendo a metodologia aplicada servido para favorecer o ensino aprendizagem do tema. É importante destacar que o artigo, além de apresentar a descrição detalhada de como desenvolver a proposta, apresenta o procedimento para a construção de todos os modelos utilizados, bem como os materiais necessários, tornando-se assim um excelente guia para a reprodução da proposta.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante das dificuldades enfrentadas por professores e alunos no processo de ensino aprendizagem da biologia e ciências, sabe-se da devida importância de uma ferramenta que facilite o entendimento dos discentes em temas complexos. Uma das principais ferramentas possíveis de serem trabalhadas de forma lúdica ou mais leve e em ambientes com poucos recursos continua sendo o modelo didático. Nos últimos 20 anos, poucos foram os trabalhos publicados que apresentavam propostas de construção e uso destes modelos ou recursos similares voltados para o tema membranas. Apesar disso, é possível encontrar propostas interessantes, de baixo custo e fácil aplicação, não exigindo muito mais que materiais de papelaria, recicláveis ou mesmo disponíveis em casa.

No Brasil, ainda existem muitas escolas públicas, e também particulares, que não possuem laboratórios de ensino de biologia e/ou ciência onde possa se desenvolver um modelo de aula diferente e estimulante. O problema causado por falta de recursos ou mesmo por falta de investimento na educação pode ser em parte contornado pelo uso de algumas práticas descritas nos artigos aqui citados, estimulando a construção do conhecimento pelos estudantes de uma forma geral e também aqueles com alguma dificuldade na aprendizagem, como os estudantes de baixa visão ou cegos.

Por fim, esperamos que este trabalho possa contribuir para a difusão das práticas desenvolvidas nos artigos analisados e estimular a construção de novos materiais que atendam diferentes tópicos do tema membrana, voltados para o Ensino Médio (Educação Básica).

## REFERÊNCIAS

- ALBERTS, B. et al. **Biologia molecular da célula**. 4. ed. Nova York: Garland Science; 2002.
- ALBERTS, B. et al. **Biologia molecular da célula**. 5.ed. Porto Alegre: Artes Medicas, 2010.
- CARVALHO, P. N. A. Ensino de biologia na educação básica: produção de modelos didáticos e uso de práticas lúdicas. **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulista, v. 10, n. 14, p. e50101421667-e50101421667, 2021.
- BARBOSA, S. B.; KONERAT, J. T. Uma abordagem da membrana plasmática utilizando recursos didáticos. **O professor PDE e os desafios da escola pública paranaense**. Curitiba: Secretaria de Estado da Educação do Paraná (Seed-PR), v. 1, 2012.
- CIÊNCIAS, Casa Das. **Revista de Ciência Elementar**: Revista de Ciência Elementar. 2. ed. Dep. Química e Bioquímica - FCUP: José Alberto Nunes Ferreira Gomes, 2014. p. 21-23.
- GONÇALVES, T. M. Permeability of the beet cell plasma membrane: a proposal for a practical class in high school. **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulista, v. 10, n. 3, p.e30010313479, 2021.
- GONÇALVES, T. M. Construindo um modelo didático 3D de baixo custo para facilitar a aprendizagem da membrana plasmática no Ensino Médio e Fundamental. **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulista, v. 10, n. 5, p. 1-10, abr. 2021.
- GOÑI, F. M. A estrutura básica e dinâmica das membranas celulares: Uma atualização do modelo Singer-Nicolson. **Biochimica et Biophysica Acta (BBA)**, Huntington Beach, USA, v. 1838, n. 6, p. 1467-1476, jun. 2014.
- KARAS, M. B; RUDEK, K. Modelos didáticos no ensino de biologia celular: uma revisão conceitual. In: ENCONTRO DE DEBATES SOBRE TRABALHO, EDUCAÇÃO E CURRÍCULO INTEGRADO, 2., 2019, Ijuí. **Anais [...]** Ijuí: Unijui, 2019.
- KONERAT, J. T; BARBOSA S. B. Uma abordagem da membrana plasmática utilizando recursos didáticos: **O professor PDE e os desafios da escola públicas paranaense**, Paraná, v. 1, p. 1-23, jan. 2012.
- LOZANO, E. E. et al. Un Proceso de Modelización de la Membrana Celular en la Formación del Profesorado en Biología en la Universidad. **Revista Ciência & Educação**, Bauru, v. 26, e20027, 2020.
- MAGAGNATO, P. C. **Fundamentos teóricos da atividade de estudo como modelo didático para o ensino das disciplinas científicas**. 2011. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) - Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista - UNESP, Bauru, 2011.
- MATTA, L. D. M. D. et al. Metodologias ativas de aprendizagem utilizando modelo didático como ferramenta educacional para estudar interações moleculares em membranas e matriz extracelular. **Revista de Ensino de Bioquímica**, São Paulo, v. 20, n. 2, p. 179–190, 2 set. 2022.

MARTINS G. M, D. Um modelo matemático para a interação de um vírus com a membrana plasmática da célula. **REMAT: Revista Eletrônica da Matemática**, Bento Gonçalves, RS, v. 6, n. 2, p. e4007, 2020.

MOREIRA, C. Membrana celular: A membrana celular fronteira biológica que delimita o perímetro da célula separando o meio intracelular do extracelular. **Revista de Ciência Elementar**, Lisboa, v. 2, n. 2, p. 1-3, jun. 2014.

NAGLE, F. J.; Tristram-Nagle S. Estrutura das bicamadas lipídicas. **Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Biomembrans**, Huntington Beach, USA, v. 1469, n. 3, p. 159-195, nov. 2000.

NICOLSON, G. L. The Fluid—Mosaic Model of Membrane Structure: Still relevant to understanding the structure, function and dynamics of biological membranes after more than 40 years. **Biochimica et Biophysica Acta (BBA)**, Huntington Beach, USA, v. 1838, p. 1451-1466, jun. 2014.

OENNING, V.; OLIVEIRA, J.M.P. Dinâmica em sala de aula: envolvendo os alunos no processo de ensino, exemplo com mecanismo de transporte da membrana plasmática. **Revista brasileira de ensino de bioquímica**, Paraná, v. 1, n. 1, p. 1-12, jul. 2011.

ORLANDO, T.C. et al. Planejamento, montagem e aplicação de modelos didáticos para abordagem de biologia celular e molecular no ensino médio por graduandos de ciências biológicas. **Revista Brasileira de Ensino de Bioquímica e Biologia Molecular**, São Paulo, v. 7, n. 1, p. 1-17, 2009.

SARTORI, P. H. S.; LORETO, Élgion Lúcio Silva. Difusão e campo elétrico na membrana celular: construção de modelos didáticos funcionais. **Revista Brasileira de Ensino de Bioquímica e Biologia Molecular**, São Paulo, v. 1, p. 1-15, 2010.

SILVA, D. G. et al. O conceito de membrana plasmática: entre as concepções dos estudantes e o livro didático. **Anais II CONEDU**. Campina Grande: Realize Editora, 2015.

SILVA, L.; FARIA, J. C. “quiz” da membrana plasmática – construção e avaliação de material didático interativo. **Enciclopédia Biosfera**, Jandaia-GO, v. 8, n. 15, 2012.

SILVA, R. I. et al. Desenvolvimento de sequência didática sobre o tema membrana plasmática como recurso didático-metodológico para promoção de aprendizagem de alunos cegos. **Revista Vivências**. Erechim, v. 16, n. 31, p. 269-287, jul./dez. 2020.

SIMÕES; M., G. **Estudo Computacional da interação da rodamina B com sistemas modelo de membranas biológicas**. 2021. Dissertação (Mestrado em Bioquímica) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra, 2021.

VIEIRA, A. N.; ROCHA, A. S. B.; RIBEIRO, M. G. L. A importância do modelo de monocamada lipídica da membrana plasmática de Archaea para o ensino de Biologia Celular no Brasil. **Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias**, Bogotá, v. 17, n. 1, p. 74 – 89, 2022.